


НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА СОЛДАТА и МАТРОСА

А. И. Парфентьев

ЗАПИСЬ ЗВУКА



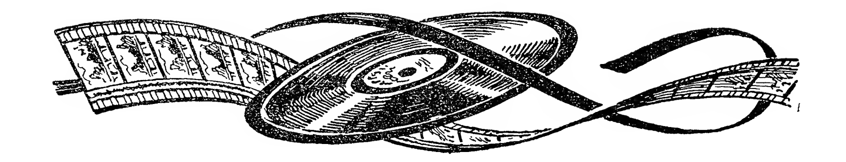
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА
СОЛДАТА И МАТРОСА

Кандидат технических наук,
лауреат Сталинской премии
А. И. ПАРФЕНТЬЕВ

ЗАПИСЬ ЗВУКА



ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
Москва — 1954



В этой книге рассказывается о звукозаписи. О том, как она возникла, как осуществляется звукозапись, что она дала людям, и о ее будущем.

Звукозапись одержала великую победу над временем. Живая речь выдающихся людей нашего времени дойдет до самых отдаленных потомков. Живые, звучащие документы величественных дел нашего времени с помощью звукозаписи будут сохранены на многие и многие годы.

Звуки застыли на прочных дисках металлических матриц граммофонных пластинок, на лентах кинофильмов, на рулонах магнитной пленки и проволоки.

Можно привести их снова в движение, и вот снова звучит живая человеческая речь, играет оркестр, на светлом экране кинотеатра произносят речи Ленин и Сталин; вокруг земного шара облетает радиоволна, несущая всему человечеству слова великой правды коммунизма.

Это сделал человеческий разум. Этим можно гордиться. Все это результат огромного труда.

Русские ученые и изобретатели В. В. Петров, А. Г. Столетов, А. С. Попов, Б. С. Якоби и многие другие своими замечательными работами в области электрического освещения, фотоэффекта, радиотехники и гальванопластики создали базу для практического осуществления и развития различных методов звукозаписи.

Трудами русских ученых и инженеров А. Ф. Викшемского, И. Л. Полякова, В. И. Коваленкова, П. Г. Тагера, А. Ф. Шорина и многих других были разработаны и усовершенствованы методы звукозаписи и воспроизведения звука.

Звукозапись имеет широкое применение в культуре, науке и народном хозяйстве нашей страны.

Звукозапись применяется в Советской Армии и Военно-Морском Флоте, являясь одним из важных средств политико-воспитательной работы.

С помощью звукозаписи осуществляется документация и информация, проводятся сложные телемеханические операции.

Звукозапись управляет работой машин, дает справки по телефону, воспроизводит типовые команды и распоряжения.

Звукозапись вошла в нашу жизнь; она помогает нам узнать то, чего мы не знаем, она позволяет нам весело и хорошо отдыхать.

Обо всем этом и многом другом рассказывается в данной книге.

1. ЧТО ТАКОЕ ЗВУКОЗАПИСЬ

Нас окружает мир звуков. Даже в тихом лесу мы слышим шелест листьев деревьев, щебетание птиц, звуки, издаваемые различными насекомыми, треск ветвей и т. п.

В деревне звуки еще разнообразнее: мы слышим разговор людей, шум тракторов, молотилок и других машин, звуки, издаваемые птицами, лай собак, ржанье и топот лошадей.

Но вот разыгрывается непогода, шумы усиливаются. Воет ветер, гудят провода, начинается дождь, слышен звук ливня, гремит гром.

Город еще больше наполнен звуками. Начиная с вокзала с его гудками и шумом поездов, свистками и т. п., мы повсюду окружены самыми разнообразными звуками. Непрерывно слышен то там, то здесь разговор проходящих мимо людей, звонки трамваев, гудки и шум автомобилей и троллейбусов, шум толпы, фабричные и заводские гудки. Слышна музыка, передаваемая по радио, или же звуки проходящего мимо «живого» оркестра. В городе постоянно нас окружает сложная симфония разнообразнейших звуков.

Особенно большую роль играют звуки на войне. Здесь каждый звук — от еле различимого шороха до звука выстрелов пулеметов и грома артиллерийских орудий — имеет свое особое, весьма важное для учета всей обстановки

значение. Человек, потерявший слух, беспомощен в условиях боя.

Как же возникают звуки, и почему мы их слышим?

Повсюду нас окружает воздух; он необходим для дыхания, без которого невозможна жизнь. В воздухе возникают и распространяются звуки.

Звук — это дрожь, пробегающая в упругой воздушной массе. Так, если ударить молотком по куску рельса, подвешенному на проволоке, то этот удар возбудит дрожание (колебание) рельса. Колебания рельса передадутся окружающему его воздуху, образуя сгущения и разрежения воздуха вблизи колеблющегося рельса. Эти колебания благодаря упругости воздуха распространяются во все стороны вокруг колеблющегося рельса. В воздухе образуются звуковые волны. Скорость распространения звуковых волн в воздухе велика и составляет около 1200 км/час (334 м/сек).

Однако свет распространяется почти в миллион раз быстрее. Поэтому, например, наблюдая место взрыва, мы видим взрыв раньше, чем доходит до нас его звук.

Не все колебания воздуха вызывают ощущение звука. Звук — это колебания воздуха, которые происходят со скоростью от 20 до 20 000 раз в секунду.

Ухо человека улавливает эти колебания, реагирует на них, посылая по нервам в центр слуха (расположенный в мозгу человека) импульсы нервного возбуждения, соответствующие «услышанному» звуку.

Звуковые колебания попадают сначала во «внешнее ухо», состоящее из ушной раковины и звукового прохода. Здесь звуки встречают на своем пути тонкую перегородку, называемую барабанной перепонкой.

Под влиянием попадающих в ухо звуков барабанная перепонка колеблется в соответствии с приходящими звуками (колебаниями воздуха). Движение барабанной перепонки передается через систему тонких косточек (молоточек, наковальню и стремя), расположенных в «среднем ухе», к «внутреннему уху», содержащему специальные органы слуха — «лабиринт» и «улитку». В «улитке» находится кортиев орган весьма сложного строения. Он напоминает микроскопический рояль со множеством струн, каждая из которых резонирует (отзывается) лишь на звук с определенным числом колебаний. В кортиевом

органе имеются особые нервные клетки, снабженные чувствительными ресничками. Эти реснички воспринимают колебания «струн» и передают их в мозг по слуховому нерву.

Механические колебания барабанной перепонки вызываются звуковыми волнами. Они передаются в «улитку», вызывают в ней колебания заполняющей ее жидкости и возбуждают раздражение слуховых нервов. Раздражение слуховых нервов передается в мозг человека и воспринимается как ощущение звука.

Подобно тому, как зрение человека различает цвета (красный, зеленый и т. п.) и яркости, слух человека анализирует (различает) звуки по числу колебаний в секунду и по силе. Работами академика И. П. Павлова и его учеников было показано, что первичный анализ звука производится в кортиевом органе «улитки» и наряду с этим главным анализатором слуховых раздражений является кора головного мозга человека.

Если колебания воздуха происходят со скоростью не более 20 раз в секунду, то они не вызывают слуховых раздражений, т. е. ощущения звука. Такие колебания воздуха в природе существуют, физически они вполне подобны обычным звукам. Так, например, вблизи нагретых предметов всегда существуют медленные колебания потоков воздуха. Однако эти колебания не слышны. Это— инфразвуки, медленные колебания воздуха, которые человек не слышит.

В природе существуют также и очень быстрые колебания воздуха, происходящие со скоростью свыше 20 000 раз в секунду. Такие «звуки» издают, например, некоторые животные (летучие мыши) и насекомые. Однако слух человека также не чувствителен к этим быстрым колебаниям воздуха, называемым ультразвуками.

Человек по-разному воспринимает колебания, происходящие с разной скоростью (частотой). Медленные колебания, от 20 до 300 колебаний в секунду, вызывают ощущение низких звуков (басы). Очень быстрые, от 5000 до 20 000 колебаний в секунду, вызывают ощущение высоких звуков (свиста, писка). Ухо наиболее чувствительно к колебаниям, происходящим с частотой от 1000 до 3000 раз в секунду, которых больше всего в звуках человеческой речи. Таким образом, слух человека наиболее приспособлен к восприятию звуков человеческой речи.

Вообще между органами слуха и речи человека существует прямая неразрывная связь.

Кроме частоты (числа колебаний в секунду), человек различает также громкость или силу звуков. Правда, ухо имеет и здесь ряд недостатков, так, например, существует порог слышимости, т. е. звуки очень малой силы не улавливаются слухом. Существует также болевой порог, т. е. звуки чрезмерно большой силы вызывают не только ощущение звука, но и болезненное ощущение в ушах. Однако важной особенностью слуха является то, что в пределах от порога слышимости до порога болевого ощущения человек различает по силе или громкости очень большое количество звуков.

Благодаря всем этим особенностям слуха человек в состоянии слышать колебания воздуха, отличающиеся по частоте в тысячу раз и по силе в миллионы раз.

Теперь рассмотрим сами звуки. Все известные звуки обычно разделяют на звуки речи, музыкальные звуки и шумы.

Звуки речи возникают при продувании воздуха легкими человека через голосовую щель, расположенную в горле.

В результате этого воздух, проходя через голосовую щель, начинает вибрировать, колебаться. Чем сильнее натянуты голосовые связки, тем больше частота этих колебаний. Чем мощнее струя воздуха, выпускаемого человеком при разговоре, тем громче звук.

Управляя работой голосовых связок, человек в состоянии издавать весьма разнообразные звуки, из которых и слагается живая человеческая речь. Немаловажную роль в создании речи, кроме голосовых связок, играют также изменяющие свое положение язык, губы и зубы, что и влияет на характер издаваемых при разговоре звуков. Звуки человеческой речи весьма сложны и разнообразны по своему характеру.

Звуки, издаваемые музыкальными инструментами, обычно однообразнее и проще. Поэтому не удивительно, что создать искусственным, техническим путем звуки, подобные звукам живой человеческой речи, оказалось значительно труднее, чем создать всевозможные музыкальные инструменты, известные с времен глубокой древности.

В многочисленных сказках и легендах народная фантазия неоднократно обращалась к «разговаривающим»

человеческим языком неодушевленным предметам (дерево, ручей, зеркальце и т. п.).

Пользуясь суеверием и невежеством масс в средние века, многочисленные «колдуны» и «чародеи» использовали хитро устроенные «пророческие» куклы, якобы разговаривавшие человеческим языком. Эти куклы «предсказывали» будущее и, находясь в руках феодалов и эксплуататоров, использовались ими для одурманивания сознания и запугивания трудящихся масс.

С помощью подобных «чудес» внушались требуемые хозяином мысли. Теперь можно определенно сказать, что во всех этих «говорящих» куклах так или иначе был скрыт живой, разговаривающий человек. В то время также существовало много чревовещателей, т. е. людей, умевших более или менее связно разговаривать с закрытым ртом, дыша через нос. Если чревовещатель находился вблизи куклы, открывавшей рот и двигавшей глазами, то создавалась иллюзия, что разговаривает сама кукла.

Первая научная попытка создать искусственным, техническим путем звуки, подобные звукам живой человеческой речи, была осуществлена в 1779 году. Петербургская Академия наук тогда объявила конкурс на создание прибора, создающего чисто техническим путем звуки (а, р, и, о, у) человеческой речи.

Х. Т. Кратценштейн, член Петербургской Академии наук, получил премию по этому конкурсу. Он сконструировал аппарат, подобный человеческой гортани, выполненный из трубок, напоминающих по своему устройству трубки музыкального инструмента — орга̀на. Надевая на эти трубки специальные насадки и продувая через них воздух, удавалось получить звуки, похожие на гласные звуки человеческой речи.

В 1841 году в Вене была создана «разговаривающая» кукла весьма сложного устройства. Кукла имела вид женщины, сидящей в кресле. Вблизи куклы размещалась клавиатура, напоминающая клавиши рояля. Играя на этой клавиатуре, человек, управляющий куклой, заставлял ее разговаривать. Эта кукла могла «разговаривать» на разных языках. Голова куклы была сделана из эластичного материала. При «разговоре» кукла открывала рот, двигала глазами и языком. Вместо легких кукла имела меха́, продувавшие воздух через специальные трубки, установленные в горле куклы (подобные трубкам в аппарате

Кратценштейна). «Разговаривающая» кукла имела большой успех. По отзывам современников, она «говорила» вполне отчетливо, хотя и сравнительно медленно.

Указанные способы создания техническим путем звуков человеческой речи использовались в «говорящей» кукле и других подобных игрушках. Эти устройства напоминали сложные музыкальные инструменты и в дальнейшем широкого применения не получили.

Дело в том, что практически большой интерес представляет не создание техническим путем искусственной речи, а скорее сохранение и воссоздание вновь техническим путем уже ранее произнесенных слов, речи и других звуков.

Распространенная поговорка гласит: «Слово не воробей, вылетит — не поймаешь». Сто лет назад, до разработки учеными и изобретателями звукозаписи, представления людей о возможности «поймать» и «сохранить» звуки были крайне примитивными. Предлагалось, например, крикнуть в длинную трубу и быстро ее захлопнуть. Думали, что если вновь открыть трубу, то из нее выйдет «пойманный» звук.

Думали, что можно заморозить звуки и при оттаивании они вновь могут возникнуть (труба, которая играла на морозе, при оттаивании сама начнет играть).

Один фантазер, капитан дальнего плавания, рассказывал, что где-то на отдаленных островах Тихого океана он видел особые ракушки, сохранявшие звуки. Туземец наговорит в такую ракушку и отсылает ее другому. Тот прикладывает ракушку к уху и якобы слышит, как блуждает попавшая в нее речь. Естественно, что таких ракушек в природе не существует и существовать не может.

Только развитие физики и техники позволило создать весьма совершенные способы записи и воспроизведения вновь ранее записанных звуков.

Звук, как мы видели, представляет собой колебания воздуха. В 1857 году изобретатель Леон Скотт во Франции построил прибор, названный им «фоноавтограф», т. е. автограф (личная подпись) звука.

Нетрудно убедиться в том, что звуки речи возбуждают колебания тонкой пластинки, расположенной на их пути. Для этого достаточно поместить вблизи рта разговаривающего человека лист бумаги. При разговоре мы отчет-

ливо ощущаем колебания этого листа, вызываемые звуками речи.

Прибор состоял из трубы, улавливающей звуки, которая заканчивалась тонкой пластинкой (мембраной), связанной с острой иглой. Иголка соприкасалась с закопченной бумагой, обернутой вокруг цилиндрического валика (рис. 1). Когда в рупор фоноавтографа попадали звуки,

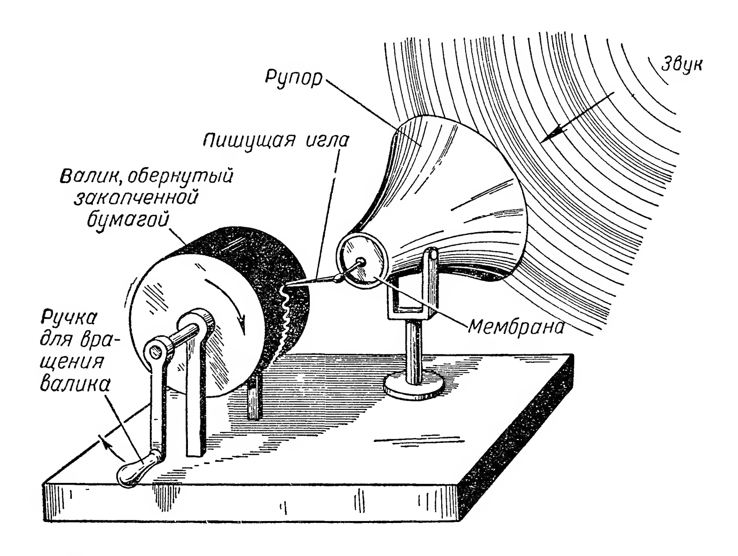


Рис. 1. Запись звуковых колебаний на валике, обернутом закопченной бумагой.

мембрана с иголкой начинала колебаться в соответствии с действующими на нее звуками. При вращении валика иголка фоноавтографа прочерчивала тонкую белую линию на закопченной бумаге, удаляя сажу.

Фоноавтограф позволял записывать колебания мембраны, вызываемые звуками.

В описании своего прибора Скотт указывал, что ему удалось «...схватить след почти всех воздушных движений, образующих звуки или шумы». Разные звуки имеют соответственно разные «автографы». Так, на рис. 2 приведены кривые, показывающие вид записи разных звуков, таких, как звуки человеческой речи, звуки музыки и равномерный шум.

Однако нужно было не только записать звуки, но и воссоздать (воспроизвести) их вновь. Можно ли для этого использовать ранее произведенную запись данного звука?

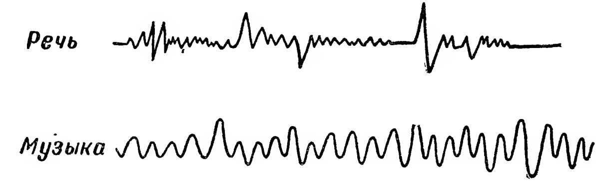


Рис. 2. «Следы» звуков.

Такая мысль была впервые высказана французским изобретателем Шарлем Кро. Он предложил записать звук в виде канавки, продавливаемой иглой или прорезаемой резцом на диске из мягкого материала. Если такой резец связать с улавливающей звук мембраной, то звуковые колебания создадут своеобразные изгибы канавки, соответствующие записанным звукам.

Такую канавку мы можем легко увидеть на граммофонной пластинке. На рис. 3 показана часть поверхности граммофонной пластинки. Здесь отчетливо различаются отдельные витки спиральной канавки, нанесенной на пластинке. Эти витки имеют характерные изгибы, вызванные записанными на пластинке звуковыми колебаниями.

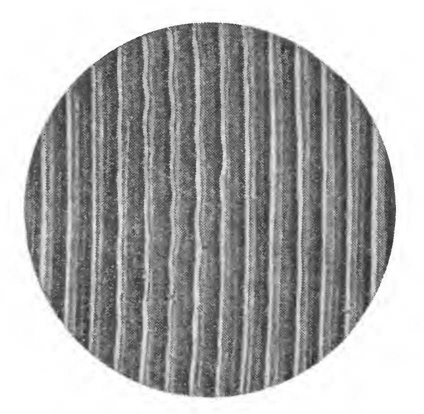


Рис. 3. Часть поверхности граммофонной пластинки при большом увеличении.

Для воспроизведения звука с граммофонной пластинки мы устанавливаем ее в патефоне и вставляем в начало

канавки кончик иголки. Когда граммофонная пластинка вращается, кончик иголки, следуя по канавке, совершает колебания вследствие изгибов этой канавки. При этом колебания конца иголки соответствуют записанным на граммофонной пластинке звукам. Колебания иголки патефона передаются связанной с ней тонкой мембране. Колебания мембраны передаются окружающему воздуху через рупор патефона, и вновь возникает записанный ранее на пластинке звук.

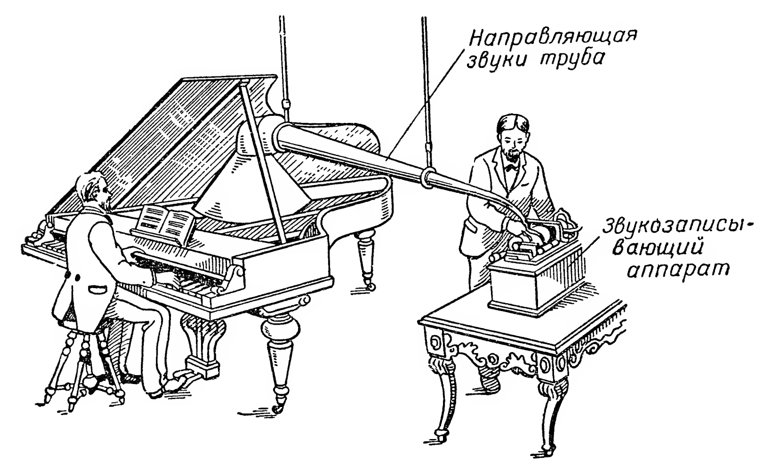


Рис. 4. Запись звуков рояля в конце XIX века.

Следовательно, первоначально запись и воспроизведение записанного звука осуществлялись чисто механическим способом. Звуки воздействовали на мембрану, связанную с иглой или резцом. Резец прорезал на движущемся мягком материале канавку, которая при воспроизведении звука являлась профилированным поводком для кончика движущейся по ней иголки.

Звук воспроизводился мембраной, связанной с иголкой. Такой простой механический способ записи и воспроизведения звука имеет много недостатков.

Только очень громкие звуки могут достаточно сильно воздействовать через мембрану на резец, нарезающий канавку.

Чтобы записать звук, нужно кричать в рупор с мембраной. На рис. 4 показана старинная иллюстрация, изобра-

жающая момент записи звуков рояля. На этом рисунке мы видим, что звуки, издаваемые струнами, проходят к звукозаписывающему аппарату через длинную трубу.

Чтобы записать оркестр, нужно было усадить музыкантов друг над другом в длинном, суживающемся к одному концу помещении, являющемся продолжением трубы звукозаписывающего аппарата.

Хорошо записывать как громкие, так и тихие звуки оказалось возможным, применяя микрофон.

На рис. 5 показана схема, поясняющая способ действия современного ленточного микрофона. Тонкая ленточка микрофона колеблется под влиянием падающих на нее звуков. Движение ленточки в магнитном поле сильного постоянного магнита вызывает появление в ней электродвижущей силы, тем большей, чем быстрее движется ленточка в магнитном поле. Когда ленточка микрофона колеблется, соответственно изменяется электродвижущая сила, возникающая на ней.

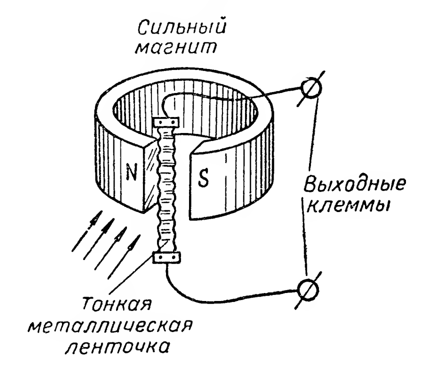


Рис. 5. Схема устройства ленточного микрофона.

Таким образом, микрофон преобразует механические колебания ленточки в соответствующие изменения электрического напряжения. Эти электрические сигналы, развиваемые микрофоном, очень малы.

Напряжения, снимаемые с микрофона, можно усилить электрическим усилителем с электронными лампами. Включая на вход усилителя микрофон, после усиления на выходе усилителя получают ток той же формы, что и создаваемый микрофоном, но значительно большей силы.

Можно подвести ток от усилителя к громкоговорителю. Устройство современного динамического громкоговорителя показано на рис. 6. В этом громкоговорителе в воздушном зазоре сильного постоянного магнита расположена катушка из провода, прочно связанная с излучающей звук конической мембраной (диффузором) громкоговорителя. Такой громкоговоритель по своему устройству подо-

бен микрофону, но действует «наоборот». Электрический ток превращается им в звук. Когда через катушку громкоговорителя проходит ток, вследствие взаимодействия тока и магнитного поля возникают механические силы, они действуют на катушку громкоговорителя. Изменения тока, проходящего через катушку громкоговорителя, вызывают ее перемещение в магнитном поле.

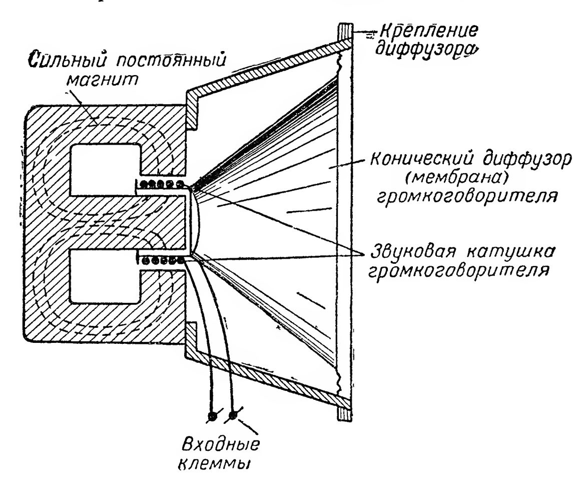


Рис. 6. Схема устройства динамического диффузорного громкоговорителя.

Подведем к катушке громкоговорителя усиленный ток от микрофона. В этом случае движение ленточки микрофона будет вызывать точно такое же движение мембраны громкоговорителя. Нетрудно понять, что, когда ленточка микрофона будет колебаться под влиянием падающих на нее звуков, мембрана громкоговорителя будет совершать такие же колебания, как и ленточка микрофона, но только во много раз больше. В результате этого в окружающем мембрану воздухе возникнут звуки, подобные тем, которые попадают в микрофон.

На рис. 7 приведена схема, которая иллюстрирует способ «электрической передачи звука». Такой способ электрической передачи и усиления звука широко используется, например, для усиления речей ораторов на больших совещаниях, для целей трансляции, т. е. электрической передачи звука из одного места в другое и т. п.

На рис. 8 приведена схема современного устройства для записи и воспроизведения звука. Звук улавливается микрофоном; напряжение, снимаемое с микрофона, поступает на электрический усилитель токов микрофона (усилитель записи). Выход усилителя записи присоединяется к записывающему устройству. Записывающее уст-

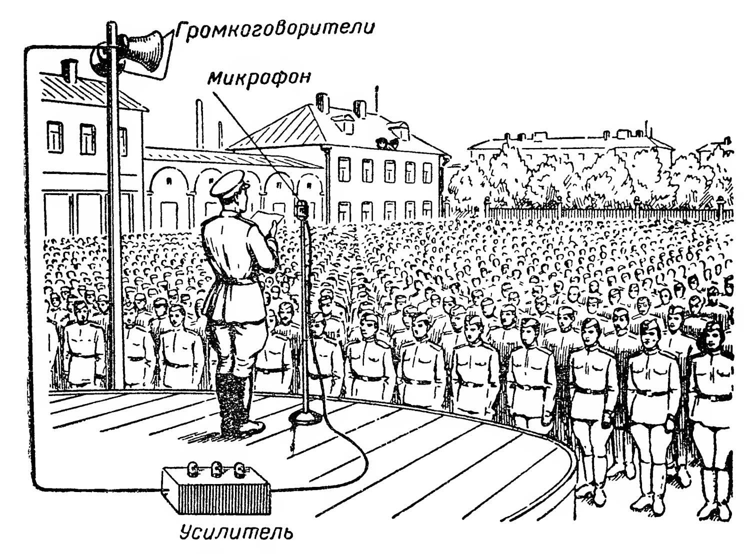


Рис. 7. Электрическая передача и усиление звука.

ройство наносит фонограмму на движущейся ленте. Для воспроизведения звука с фонограммы используется воспроизводящее устройство. Оно состоит из звукоснимателя, усилителя токов звукоснимателя (усилителя воспроизведения) и громкоговорителя.

Рассматривая схему электрической записи и воспроизведения, мы видим, что в современных системах записи и воспроизведения звук преобразуется микрофоном в ток. После этого следует усиление и запись электрического тока на звуконосителе с помощью пишущего устройства. При воспроизведении звука с помощью ранее полученной записи (фонограммы) путем воздействия фонограммы на звукосниматель вновь получают электрический ток. Затем следует усиление тока звукоснимателя и преобразование его в звук громкоговорителем.

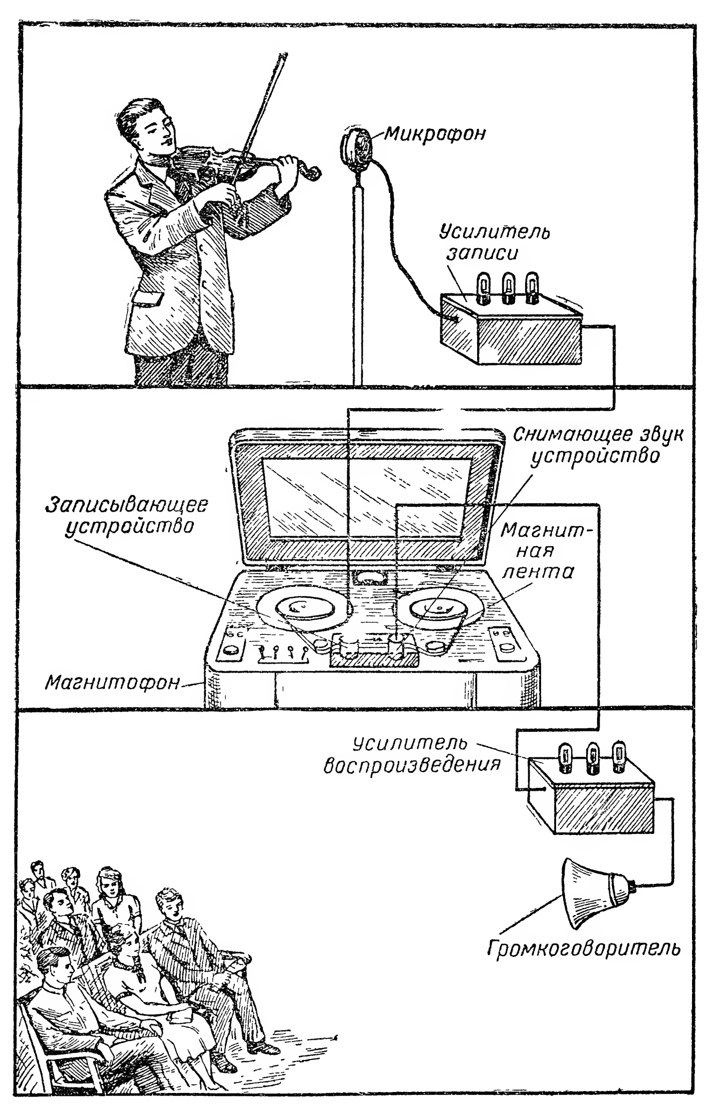


Рис. 8. Общая схема записи и воспроизведения звука.

В настоящее время широко распространены три основных вида электрической звукозаписи: а) механическая запись, она используется при производстве граммофонных пластинок, б) оптическая запись, применяется в звуковом кино и в) магнитная запись, широко используется для радиовещания, бытовых, культурно-просветительных, научно-исследовательских, учебных и других целей.

Эти виды звукозаписи в основном отличаются друг от друга только выполнением пишущего устройства, звуконосителя и звукоснимателя.

В последующих главах данной книги будут разобраны способы осуществления механической (гл. 2), оптической (гл. 3) и магнитной (гл. 4) записи звука.

В заключение данной вводной главы отметим, что применение электрического метода звукозаписи имеет следующие достоинства:

1. Микрофон имеет малые размеры и может быть помещен где угодно и удален на большое расстояние от аппарата записи.

2. Изменяя усиление при записи, имеется возможность записывать как самые тихие, так и самые громкие звуки.

3. С выхода усилителя записи можно получить мощность, необходимую для приведения в действие записывающего устройства.

4. Электрическая энергия легко преобразуется в другие виды энергии (механическую, световую, магнитную, тепловую и т. п.); следовательно, при электрическом методе звукозаписи имеются широкие возможности для применения самых различных видов звукозаписи и звуконосителей (механического, оптического, магнитного).

5. Звукосниматель преобразует записанные на звуконосителе колебания в электрические токи. Эти токи могут быть весьма малыми, так как в дальнейшем они усиливаются при воспроизведении. При этом воздействие, которое оказывает звукосниматель на фонограмму в процессе воспроизведения, может быть сделано ничтожно малым. Последнее обеспечивает незначительный износ фонограммы при ее проигрывании (гл. 2).

6. Воспроизведение звука громкоговорителем позволяет получать с фонограммы сколь угодно громкий звук. В ряде случаев это совершенно необходимо. Так, например, звуковое кино удалось осуществить только тогда, когда было

применено воспроизведение звука громкоговорителем в кинотеатре.

Воспроизведение звука с фонограммы с помощью громкоговорителя позволило сделать звукозапись массовым агитационным и культурно-пропагандистским средством.

Звукозапись находит применение для обслуживания вечеров отдыха в частях Советской Армии и Военно-Морского Флота (гл. 5).

2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

При механической записи звука получают на поверхности достаточно мягкого движущегося звуконосителя «след» записываемого звукового колебания в виде тонкой и узкой канавки, выдавливаемой пишущей иглой или вырезаемой при записи резцом (рис. 9).

Эта канавка называется механической фонограммой.

Звуконоситель обычно имеет вид диска, который при записи вращается с помощью электромотора.

Механическая запись путем выдавливания канавки иглой теперь применяется весьма редко, главным образом в самодельных, любительских звукозаписывающих установках.

В высококачественных устройствах для механической записи используется запись резаньем с помощью весьма прочных сапфировых или алмазных резцов.

Существуют два основных вида механической записи: глубинная запись и поперечная запись.

При глубинной записи звуковые колебания фиксируются на звуконосителе в виде изменения глубины нарезаемой канавки, причем резец при записи поднимается или опускается в соответствии с записываемыми звуковыми колебаниями. Глубинная запись имеет малое распространение. Она обладает рядом недостатков, от которых свободна повсеместно применяемая поперечная механическая запись.

При поперечной записи резец прорезает канавку постоянной глубины. Под влиянием записываемых звуков резец при поперечной записи смещается по поверхности носителя в одну и другую сторону от положения покоя, не изменяя при этом глубины нарезаемой канавки.

На рис. 10 дана общая схема устройства звукозаписывающего аппарата для поперечной механической записи звука на диск. При записи звуки улавливаются микрофоном. Токи микрофона проходят через усилитель записи

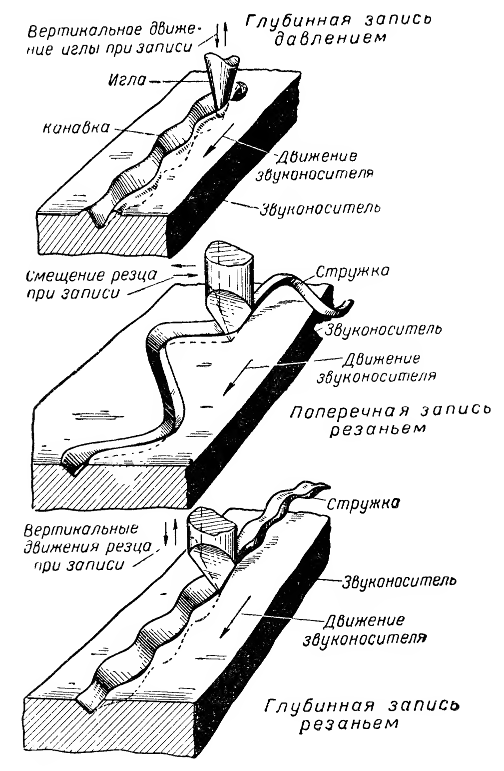


Рис. 9. Схема образования канавки при механической записи.

и подводятся к специальному прибору — рекордеру. Он нарезает с помощью резца на вращающемся восковом диске спиральную канавку.

Восковой диск, или звуконоситель, укрепляется на весьма массивном металлическом диске звукозаписывающего аппарата. Во время записи металлический диск вместе с воском приводится в равномерное вращение с помощью электромотора. Движение электромотора передается не только диску, но и через зубчатую передачу

винту, расположенному над диском. Во время установки и смены воска передача с винтом отводится в сторону от диска. При вращении винта по нему в направлении радиуса диска перемещается суппорт, несущий записыва-

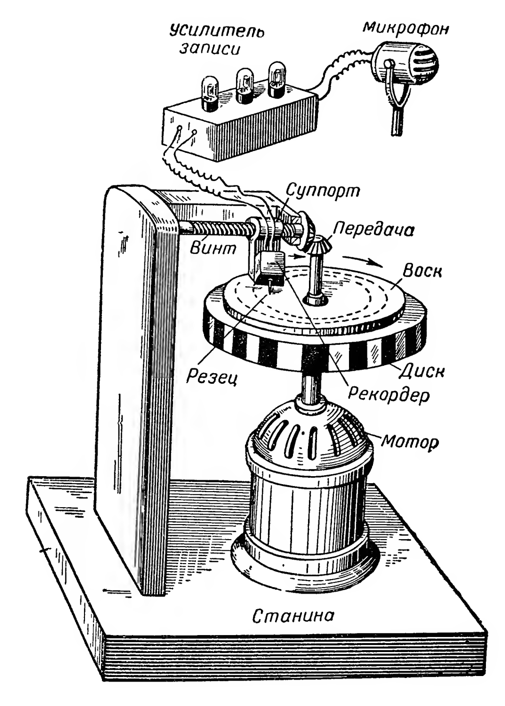


Рис. 10. Схема устройства аппарата для механической записи звука.

ющее устройство — рекордер. Нарезаемая резцом рекордера канавка имеет вид спирали; она закручивается от внешнего края диска к его центру.

Канавка спиральной формы получается за счет того, что при вращении диска резец непрерывно движется к центру диска вместе с рекордером и суппортом. При каждом обороте диска резец смещается по его радиусу на одну и ту же величину, называемую шагом записи.

При записи звуковых колебаний канавка, нарезаемая на воске, приобретает весьма сложную форму.

На рис. 11 показана форма нарезаемой канавки. Пунктиром показана канавка, которая получилась бы при записи паузы, а сплошной линией показана канавка с записью звуковых колебаний и паузы. Указанную на рис. 11 сложную форму канавка имеет вследствие поперечных движений резца, обусловленных записываемыми звуками. Эти движения резца вызываются соответствующей конструкцией рекордера.

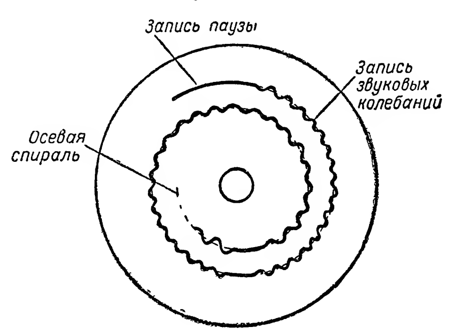


Рис. 11. Схема, поясняющая форму канавки на граммофонной пластинке.

На рис. 12 дана общая схема устройства электромагнитного рекордера. Основная часть рекордера — якорь, на котором укреплен резец. Якорь помещается в сильном магнитном поле, создаваемом постоянным магнитом, и охвачен неподвижной катушкой. Через эту катушку при записи пропускаются усиленные токи микрофона.

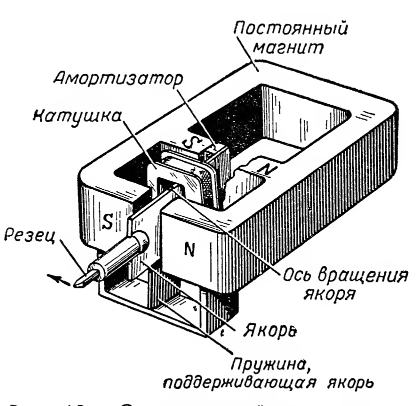


Рис. 12. Схема устройства электромагнитного рекордера.

Когда через катушку рекордера не проходит ток, якорь рекордера и резец неподвижны. При пропускании постоянного тока через рекордер якорь рекордера слегка поворачивается вокруг своей оси вращения, например, так, что кончик резца смещается влево. При пропускании через катушку рекордера постоянного электрического тока противоположного направления якорь поворачивается в другую сторону, причем кончик резца смещается вправо.

Когда через катушку рекордера проходит переменный

усиленный звуковой ток микрофона, якорь рекордера совершает быстрые колебания влево и вправо около положения покоя. При этом конец резца рекордера совершает движения, соответствующие записываемым звуковым колебаниям (см. рис. 2).

В результате нарезаемая резцом при записи на восковом диске канавка получает характерные изгибы, вызываемые записываемыми звуковыми колебаниями (рис. 11).

Резец, прорезая при записи канавку, снимает с воскового диска стружку. Она удаляется с поверхности диска специальной щеточкой или путем воздушного отсоса стружки.

Так записывается механическая фонограмма на воске.

Звук с фонограммы, записанной на воске, обычно не воспроизводят. Дело в том, что воск очень мягок, а канавка при проигрывании должна водить конец воспроизводящей звук иглы. Поэтому необходимо, чтобы материал стенок канавки был достаточно прочен. С другой стороны, в твердом, очень прочном материале трудно прорезать канавку правильной формы.

Возникает противоречие.

С одной стороны, для записи нужно применить мягкий, легко поддающийся резанию материал. Этот материал не должен при нарезании на нем канавки крошиться, быть тягучим или липким. Прорезанная канавка должна хорошо и устойчиво сохранять свою форму. Таким требованиям удовлетворяет воск, или, точнее, сплав из воска, парафина и т. п., называемый условно «воском» и применяемый, как мы видели выше, для записи.

С другой стороны, фонограмма, записанная на воске, не пригодна для воспроизведения звука. Канавка, полученная на воске, чрезвычайно непрочна и будет быстро испорчена воспроизводящей звук иглой.

С первых шагов развития механической записи стали искать способ получения прочной, не портящейся при проигрывании механической фонограммы. Пытались найти такое вещество, которое при записи было бы мягким, как воск, а затем, затвердевая, становилось бы прочным, как сталь. Для этого размягчали диски из специальных смол нагреванием и затем записывали на них звук. При остывании диски становились снова прочными. Применяли также специальную химическую обработку дисков после записи для придания им твердости.

Попутно старались решить еще одну задачу. С одной записи нужно было сделать несколько копий — как для сохранения оригинальной, часто неповторимой записи, так и для целей воспроизведения данного звука многими лицами и в разных местах.

Эти задачи были решены с помощью гальванопластики и горячей прессовки граммпластинок.

Изобретателем гальванопластики следует считать русского академика Б. С. Якоби. В 1837—1838 годах он предложил и разработал способ снятия металлических копий с предметов, используя явление электролиза.

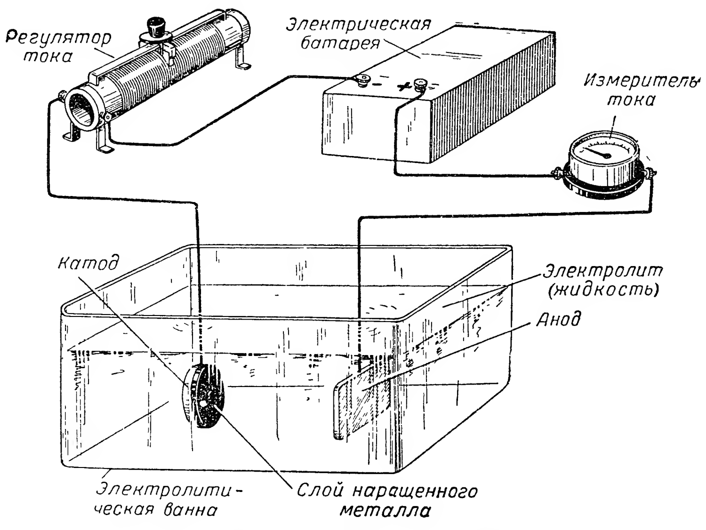


Рис. 13. Схема установки для электролиза.

Электролиз наблюдается в ряде жидкостей. Например, пропуская электрический ток через ванну, наполненную раствором медного купороса в воде (рис. 13), можно заметить, что купорос начинает химически разлагаться, выделяет медь, оседающую на катоде (электроде, к которому присоединен минус электрической батареи). Применяя при этом медный анод (положительный электрод), получают своеобразный процесс перенесения меди с анода на катод. Чем больше сила тока и дольше продолжается прохождение тока через электролитическую ванну, тем больше оседает меди на катоде. В результате

катод покроется ровным слоем чистой меди, т. е. катод «омедняется». Беря другие растворы и аноды (например, раствор солей никеля), путем электролиза никелируют различные предметы.

Б. С. Якоби предложил наращивать толстый слой металла на катоде сложной формы и затем, отделив наращенный электролизом металл от катода, получать металлическую «форму» катода.

Если нарастить на поверхность записанного воскового диска слой металла и затем отделить воск от металла, то получится металлическая форма, называемая первым оригиналом. Он имеет вид пластинки, на поверхности которой вместо канавки находится выпуклая рельефная линия. Эта линия передает форму записанной канавки, но не в виде впадины, а в виде выпуклости.

С помощью такой металлической формы, или, как ее называют, матрицы, можно прессовать граммофонные пластинки из пластмассы. Рельефная линия на поверхности металлической матрицы выдавит на поверхности материала, из которого прессуется пластинка, канавку, совершенно такую же, как и канавка, записанная на воске.

Таким образом, в несколько упрощенном виде весь процесс производства граммофонных пластинок можно представить в виде цепочки следующих основных операций (рис. 14):

а) Запись звука на воске.

б) Нанесение на поверхность записанного воска весьма тонкого слоя, проводящего электрический ток.

в) Наращивание электрическим путем на воск толстого слоя металла (изготовление первого металлического оригинала).

г) Отделение воска от металлической копии с него.

д) Прессовка граммофонных пластинок из специальной смолы или пластмассы с помощью полученной указанным путем металлической матрицы.

Фактически используемый процесс массового производства граммофонных пластинок несколько более сложен. Дело в том, что при отделении воска от металлической копии с него запись на воске оказывается испорченной. С другой стороны, с одной металлической матрицы возможно отпрессовать, не испортив матрицы, только ограниченное количество граммофонных пластинок (около 1000 штук).

При массовом производстве граммофонных пластинок часто возникает необходимость с одной записи на воске

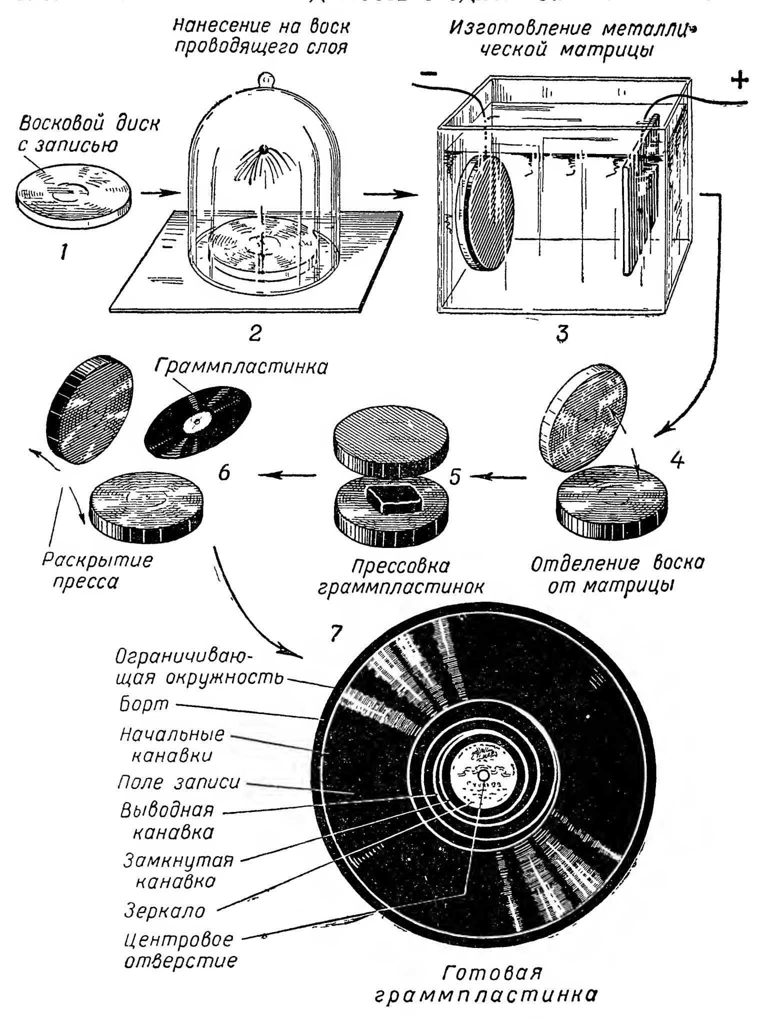


Рис. 14. Схема процесса производства граммофонных пластинок.

изготовить десятки и даже сотни тысяч граммофонных пластинок. Для осуществления этого требуется изготовить очень много металлических матриц.

Первая металлическая копия с воска (первый оригинал) не используется при этом для прессовки пластинок. С нее гальванопластическим путем изготавливаются вторые металлические копии (вторые оригиналы).

Для указанной цели поверхность первого оригинала покрывается весьма тонким «разделительным» слоем (например, путем смачивания специальной жидкостью). Затем на первый оригинал наращивается электролитическим путем слой металла (второй оригинал). После этого первый оригинал отделяется от вновь образованного второго оригинала (рис. 15). Последнее возможно

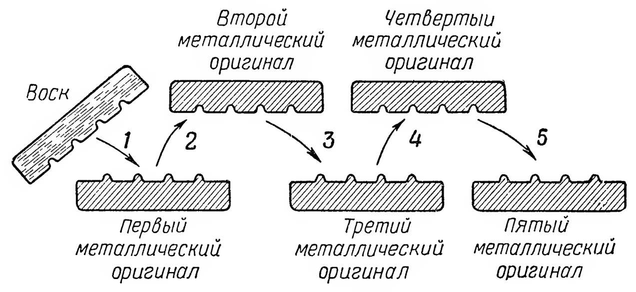


Рис. 15. Схема, поясняющая профиль канавки (в разрезе) на воске и на различных металлических оригиналах (копиях) с воска.

практически осуществить из-за наличия между первым и вторым оригиналами упомянутого выше разделительного слоя.

С помощью второго оригинала нельзя прессовать граммофонные пластинки. Он имеет вид металлической граммофонной пластинки с обычной канавкой и при прессовке будет давать на пластинке вместо канавки выпуклую рельефную линию (рис. 15). Такой же вид имеет поверхность не только второго, но и четвертого, шестого и всех других четных оригиналов. Все нечетные оригиналы (первый, третий, пятый и т. д.) имеют на поверхности не канавку, а выпуклый рельеф и вполне пригодны для производства граммофонных пластинок.

При массовом производстве граммофонных пластинок учитывают все указанные выше соображения и обычно используют нечетные третьи металлические оригиналы.

Во время прессовки граммофонных пластинок горячим способом разогретая таблетка массы (из которой прес-

суется пластинка) помещается в прессе между двумя металлическими матрицами (третьими или пятыми оригиналами). При сжатии горячего пресса масса таблетки размягчается. Она принимает форму граммофонной пластинки и равномерно заполняет все пространство между двумя сжимаемыми прессом матрицами. После охлаждения пресс раскрывается и из него вынимается граммофонная пластинка. На обеих сторонах пластинки в результате ее прессовки выдавливаются канавки соответствующих записей, имеющихся на матрицах.

Размеры канавки на граммофонной пластинке очень малы. Площадь поперечного сечения канавки меньше, чем сечение человеческого волоса.

На граммофонной пластинке канавка образует непрерывную спираль, имеющую около 300 витков. Общая длина канавки на граммофонной пластинке диаметром 30 см около 200 м. Если выпрямить все изгибы канавки, связанные с записанными на ней звуками, и вытянуть ее в одну тонкую линию, то ее длина достигает нескольких сот метров.

Канавка на граммофонной пластинке очень мала и тонка.

Чтобы форма этой канавки без всяких искажений отпрессовалась на граммофонной пластинке, весьма высокие требования предъявляют к массе, из которой изготавливают граммофонные пластинки.

Граммофонные пластинки, выпускаемые нашей промышленностью, разделяются по виду используемой для их изготовления массы на три основных класса:

I класс — винилитовые,

II класс — шеллачные,

III класс — полихлорвиниловые.

Наилучшие пластинки — винилитовые.

Винилит, из которого изготовляются такие пластинки, представляет собой искусственную смолу. Она получается химическим путем. Винилитовые пластинки передают звук без заметных искажений и шумов (шипения пластинки). Однако винилит сравнительно дорогой материал, что существенно сказывается на стоимости пластинок.

Шеллачные и полихлорвиниловые пластинки дешевле и имеют большее распространение, чем винилитовые.

Чтобы снизить стоимость граммофонных пластинок и придать им бо́льшую прочность и износоустойчивость,

обычно в массу граммофонной пластинки вводят еще так называемый наполнитель. Это равномерно замешанный в массе, чрезвычайно тонкий и твердый порошок гранита, шифера, маршаллита, кремнезема или другого подобного вещества.

Кроме того, в состав массы пластинок иногда входит еще армирующее (придающее ей прочность) вещество. Оно имеет вид тончайших коротких нитей животного или

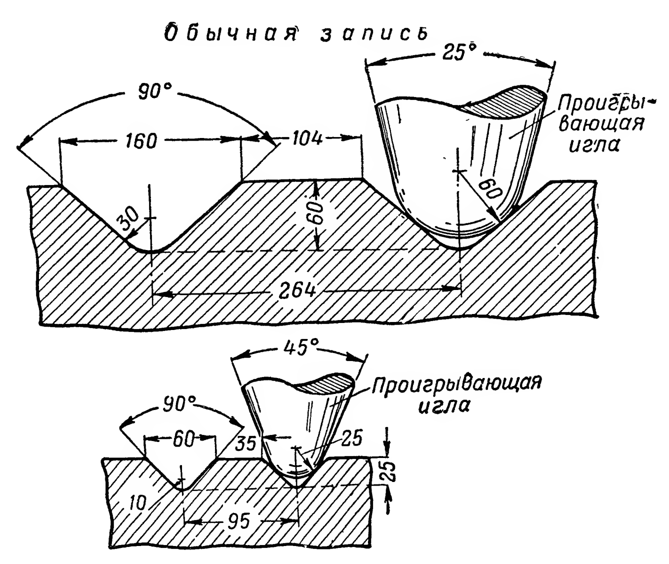


Рис. 16. Сечение канавки и иглы обычной граммофонной пластинки и долгоиграющей пластинки с микрозаписью (размеры даны в тысячных долях миллиметра — микронах).

минерального происхождения. В состав массы пластинок входит и красящее вещество (обычно сажа).

Работы по изысканию наиболее хорошей массы для изготовления граммофонных пластинок продолжаются уже свыше 50 лет. Советскими учеными и изобретателями в этой области достигнуты значительные успехи.

В последние годы разработаны и изготовляются промышленностью долгоиграющие граммофонные пластинки с микрозаписью. Эти пластинки изготовляются из винилита без наполнителя. Технология их производства в ос-

новных чертах та же, что и технология производства обычных граммофонных пластинок, описанная выше. При этом точность работы, качество материалов, тщательность записи и требования технологии при производстве долгоиграющих пластинок во много раз выше, чем при производстве обычных граммофонных пластинок.

Это обусловлено тем, что на долгоиграющей пластинке канавка значительно меньше, чем на обычной пластинке (рис. 16). Зато эта канавка намного длиннее, чем на обычной пластинке. Число витков канавки на долгоиграющей пластинке почти в три раза больше, чем на обычной граммофонной пластинке. Поэтому при стандартной скорости вращения пластинки (равной 78 об/мин) долгоиграющая пластинка имеет в три раза большую продолжительность звучания, чем обычная граммофонная пластинка.

Иногда долгоиграющие пластинки записывают и воспроизводят при скорости вращения $33^1/_3$ об/мин. В некоторых случаях общая продолжительность звучания долгоиграющей пластинки диаметром 30 см достигает 46 минут. На одной пластинке можно записать целый концерт, а на 2—3 пластинках большую оперу или спектакль.

Как же записываются те многочисленные граммофонные пластинки, которые продаются в магазинах, имеются почти в каждом доме, клубе и т. п.?

Посетим студию записи (рис. 17).

В большом, просторном, хорошо освещенном помещении размещается рояль, за которым сидит аккомпаниатор, а около рояля стоит артист. Недалеко от артиста располагается микрофон. Рядом со студией помещается комната звукооператора. Звукооператор видит через широкое застекленное окно с двойными рамами артиста и рояль. Но звуки пения и рояля, пока не включен контрольный громкоговоритель, он не слышит. Студия имеет хорошую звукоизоляцию — ни один посторонний звук не проникнет внутрь студии.

Микрофон в студии «слышит» только звуки рояля и пение, ибо других звуков там нет. Токи микрофона подводятся к пульту звукооператора. Здесь сосредоточена сложная система ручек управления, включателей и сигнальных лампочек.

Звукооператор управляет процессом записи.

Вот он дал в студию световой сигнал «приготовились», затем сигнал «запись».



Рис. 17. Запись граммофонных пластинок.

Звуки полились в микрофон, электрические токи микрофона побежали по экранированному проводу в пульт звукооператора.

Звукооператор контролирует улавливаемый микрофоном звук через громкоговоритель.

При записи звукооператор изменяет усиление и тем самым регулирует силу звуковых токов, идущих через пульт звукооператора дальше, в аппаратную записи.

Здесь, в аппаратной записи, собственно и записывается звук.

Равномерно вращается диск звукозаписывающего аппарата. Резец тончайшим прикосновением к блестящей полированной поверхности воска снимает еле видную нитевидную стружку.

Звук записан на воск. Теперь записи предстоит совершить сложное путешествие. На воск напыляется проводящий слой. Воск погружается в электролитическую ванну. От воска отделяют наращенную на него металлическую матрицу. С нее делают металлические копии. Разогретые матрицы в прессе с большой силой сжимают расплавленную черную массу. Под прессом эта масса принимает форму граммофонной пластинки. Уже в самом прессе в граммофонную пластинку вдавливается яркая бумажная этикетка с названием записи.

Пресс раскрывается. Перед нами еще теплая черная с зеркальным блеском новая граммофонная пластинка. На ней застыла тонкая, еле видимая глазом канавка, несущая живые звуки веселой песни.

Еще одно движение пресса — еще одна точно такая же пластинка.

Отсюда многие тысячи пластинок пойдут в самые отдаленные уголки нашей великой Родины.

Все знают обычную граммофонную пластинку. Рассмотрите ее этикетку более внимательно. Здесь, кроме названия произведения, автора и исполнителя, мы увидим также и марку завода-изготовителя.

В СССР работает много заводов граммофонных пластинок. Они выпускают десятки миллионов пластинок ежегодно.

На этикетке пластинки есть еще не всем понятные записи: «I кл.», «II кл.», «III кл.». Это класс пластинки; он обозначает материал, из которого сделана пластинка (см. выше). А вот еще буквы: А, Б, В, Г — это знак ре-

пертуарной группы, обозначающей содержание записи. Эти знаки отмечают:

А — документальные и политико-просветительные пластинки;

Б — симфоническая музыка, камерно-инструментальная музыка, художественное чтение и записи для детей;

В — произведения народного творчества, оперные, камерно-вокальные, марши, бальные танцы, песни массовые и из кинофильмов;

Г — танцевально-развлекательная и эстрадная программа.

На этикетке есть еще номер Государственного Стандарта и порядковый номер записи.

Далеко не все умеют правильно обращаться с граммофонной пластинкой.

Граммофонная пластинка — это очень точная деталь, требующая весьма аккуратного и внимательного к ней отношения. Тонкость рисунка, который образует канавка на обычной граммофонной пластинке, поразительна. Так, например, при записи непрерывного звука с частотой 5000 колебаний в секунду на одной стороне пластинки, звучащей 4 минуты, на канавке записывается 4×60×5000, т. е. свыше миллиона звуковых колебаний, подобных показанным на рис. 9. Это означает, что канавка на одной стороне пластинки имеет свыше двух миллионов изгибов.

Чтобы лучше понять свойства граммофонной пластинки, представим, что она увеличена в десять тысяч раз, т. е. имеет вид диска диаметром в 3 км. Канавка на пластинке будет при этом иметь вид канавы шириной 1,6 м и глубиной 60 см. Расстояние между углублениями в двух соседних канавках на поверхности такой гигантской пластинки будет свыше двух с половиной метров.

Теперь представим себе соответственно увеличенную в 10 000 раз граммофонную иглу. Такая игла будет иметь вид стального цилиндра высотой 160 м, диаметром 14 м; к концу игла постепенно сходится на конус. Кончик иглы, входящий в канавку, представляет собой полушар диаметром около метра.

Но вот пластинка закрутилась и со страшной силой и скоростью понеслась мимо кончика иглы, отводя иглу то в одну, то в другую сторону в соответствии с изгибами канавы. Ужасную картину разрушения увидел бы человек, присутствующий при столь необычайном опыте. Стены

канавы, налегая на конец иглы, обрушиваются и сминаются.

При каждом проигрывании пластинки разрушается канавка и стирается кончик проигрывающей пластинку иглы. Под кончиком иглы развивается колоссальное удельное давление на пластинку, но сама по себе сила давления на пластинку иглы невелика. Она составляет в обычных портативных граммофонах, называемых патефонами, около ста граммов.

Игла опирается на пластинку своим острым концом. Под концом иглы развивается давление свыше тысячи атмосфер. Такое же удельное давление оказывает на рельс колесо паровоза.

Естественно, что это давление еще больше возрастает, когда патефон при проигрывании пластинки испытывает какие-либо толчки и сотрясения.

При остановленном патефоне кончик его иглы продавливает канавку в одном месте, делая на ней вмятину, в результате чего канавка оказывается поврежденной.

Существенное значение имеет также и износ иглы, используемой для проигрывания пластинки. Конец иглы стачивается пластинкой неравномерно и, сошлифовываясь по форме канавки, приобретает вид клина или ножа. Если повернуть скошенную иглу в иглодержателе, то образовавшиеся на конце иглы режущие кромки будут усиленно разрушать канавку на граммпластинке.

Граммофонные иглы пробовали изготавливать из самых различных материалов: из очень твердых и прочных (сапфир, специальные стали и т. п.) и из мягких (дерево, бамбук и т. п.).

В настоящее время чаще всего используются иглы из стали. На рис. 18 приведен вид нескольких типов стальных граммофонных игл при большом увеличении.

Рассмотрим прежде всего иглу громкого тона и иглу тихого тона. На рис. 18 видно, что различие между этими иглами состоит в основном в толщине стержня самой иглы. Игла тихого тона менее толстая и более гибкая, чем игла громкого тона.

При проигрывании граммофонной пластинки канавка ведет кончик иглы. Если канавка имеет множество следующих друг за другом изгибов (что соответствует записи высоких частот), то кончик иглы очень быстро отводится канавкой то в одну, то в другую сторону. В этом случае

тонкая игла благодаря своей гибкости передает движение кончика иглы мембране патефона не совсем точно. Такая игла обладает недостаточной жесткостью (изгибается при быстрых отклонениях кончика). В результате этого звуки высоких частот передаются иглой тихого тона хуже, чем более толстой и жесткой иглой громкого тона.

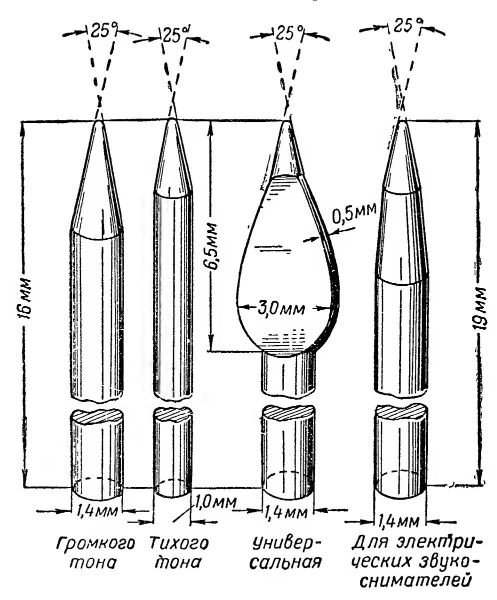


Рис. 18. Стальные граммофонные иглы разных видов и назначений при большом увеличении.

Игла громкого тона изгибается меньше, но при проигрывании оказывает более сильное давление на канавку, разрушая ее больше, чем игла тихого тона. Следовательно, игла громкого тона лучше воспроизводит записанные звуки, но сильнее разрушает граммофонную пластинку.

Таким образом, когда пластинка очень ценная, то для ее проигрывания не следует применять игл громкого тона.

Показанная на рис. 18 универсальная игла в зависимости от того, как она устанавливается в иглодержателе, может быть иглой тихого тона или иглой громкого тона. Часть этой иглы, примыкающая к кончику, сплющена.

Поэтому, если установить иглу так, чтобы сплющенная ее часть была параллельна оси канавки (перпендикулярна радиусу граммофонной пластинки), то данная игла будет работать как игла тихого тона. Если установить сплющенную часть параллельно радиусу диска, то игла будет работать в качестве иглы громкого тона.

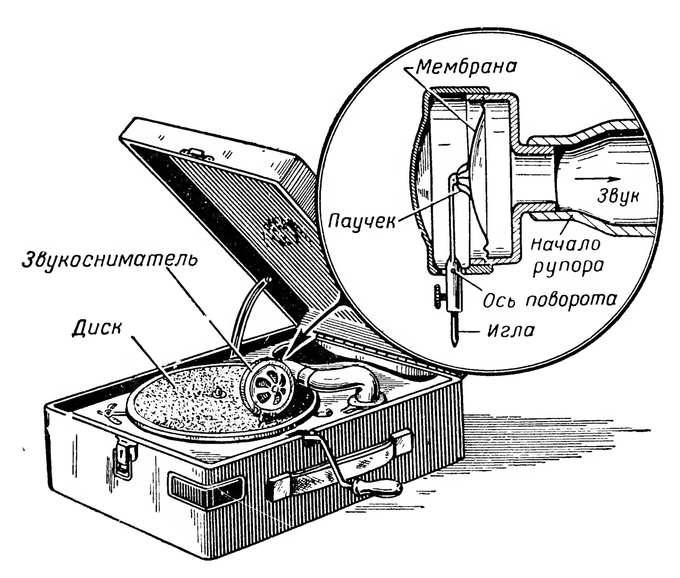


Рис. 19. Общий вид портативного граммофона (патефона) и схема устройства его звуковой коробки (мембраны).

Указанные свойства универсальной иглы легко понять, если учесть, что согнуть такую иглу, воздействуя на ее кончик, легче в направлении, перпендикулярном сплющенной ее части, чем в направлении, параллельном сплющенной части иглы.

На рис. 19 представлен общий вид современного портативного граммофона (патефона). Он состоит из пружинного механизма, который приводит диск в равномерное вращение со скоростью 78 оборотов в минуту. Для обеспечения вращения диска с постоянной скоростью пружинный механизм имеет стабилизатор скорости, выполненный обычно в виде центробежного регулятора скорости вращения. Пружина патефона обеспечивает ровное проигрыва-

ние без дополнительного завода одной стороны 30-сантиметровой граммофонной пластинки.

Пружина патефона при длительной его эксплуатации может ослабеть; стабилизатор скорости вращения патефона допускает регулировку числа оборотов диска. В новом патефоне при увеличении торможения (положение ручки стабилизатора «медленно») скорость вращения диска уменьшается на несколько оборотов (до 70 оборотов в минуту). При уменьшении торможения (положение ручки стабилизатора «быстро») скорость диска возрастает до 86 оборотов в минуту.

Диск патефона снабжен ручным тормозом для полной остановки при смене или перевертывании граммофонной пластинки.

Завод пружины патефона осуществляется вручную с помощью ручки, которая при ее вращении через червячную передачу закручивает пружину.

Для воспроизведения звука с граммофонной пластинки используется мембрана (звуковая коробка) с тонармом, выполненным в виде полой трубки, которая является началом рупора патефона.

Рупор патефона изогнут и проходит внутри ящика, заканчиваясь выходным отверстием, расположенным у крепления верхней крышки ящика патефона.

На рис. 19 показана также схема устройства звуковой коробки (мембраны) патефона. Игла вставляется в иглодержатель, представляющий собой рычаг первого рода, способный поворачиваться вокруг неподвижной оси вращения. Конец этого рычага, противоположный игле, через систему тонких пружинок («паучок») соприкасается с основной мембраной, колебания которой порождают звук. Эта мембрана сообщается с окружающим пространством через рупор патефона.

При проигрывании граммофонной пластинки колебания кончика иглы, идущего по канавке, через рычаг с иглодержателем и «паучок» передаются мембране и вызывают ее колебания, соответствующие записанным на пластинке звукам.

Колебания мембраны порождают колебания воздуха (т. е. звуки), которые через рупор поступают в окружающее пространство.

Патефон имеет много недостатков.

Качество звука, который воспроизводится с граммо-

фонной пластинки, в весьма сильной степени зависит от качества самой граммофонной пластинки. Однако немаловажное значение имеет при этом также используемая для проигрывания игла и сам патефон.

Даже в самых лучших патефонах обычно нельзя получить при проигрывании естественное (т. е. свободное от искажений) звучание, которое свойственно современным высококачественным граммофонным пластинкам.

Это обусловливается рядом недостатков, присущих непосредственному (акустическому) воспроизведению звука с помощью патефона. Среди этих недостатков можно отметить неудовлетворительное воспроизведение низких (басовых) звуков, недостаточно хорошее воспроизведение высоких звуков (свистов, писков) и другие искажения звука.

К недостаткам акустического воспроизведения следует отнести также невозможность получить достаточно громкое звучание, нужное при воспроизведении в большой аудитории, и невозможность регулировки громкости и тембра звука, воспроизводимого с граммофонной пластинки.

Несмотря на эти недостатки, патефон благодаря простоте конструкции, дешевизне и удобству обращения с ним получил весьма широкое распространение. В течение многих лет он является наиболее распространенным аппаратом для воспроизведения записанных звуков.

Наряду с обычными «пружинными» патефонами, требующими постоянного завода пружины для проигрывания, получили распространение также и электропатефоны.

В электропатефоне для приведения диска с граммофонной пластинкой во вращение применяется специальный электромотор. Он включается в осветительную сеть обычного переменного тока.

Система, воспроизводящая звук с граммофонной пластинки в электропатефоне, не отличается от такой же системы в обычном патефоне с пружинным механизмом.

Один из наиболее крупных недостатков патефона и электропатефона — это износ граммофонных пластинок при их проигрывании. Износ пластинок обусловлен тем, что канавка пластинки при проигрывании на патефоне разрушается воспроизводящей иглой. При разрушении канавки она теряет свою первоначальную форму, в результате чего сильно искажаются воспроизводимые звуки.

С другой стороны, образование выбоин и засорение канавки приводят к возникновению случайных колебаний мембраны. Эти колебания мембраны возникают всякий раз, когда игла наталкивается на выбоины и неровности, имеющиеся в стенках канавки. Случайные колебания мембраны порождают щелчки и трески. Они сливаются обычно в более или менее равномерное шипение или хрип, называемые собственным шумом пластинки. Шипение пластинки сопровождает записанный на пластинке звук.

Правда, и на совершенно новых пластинках шипение бывает обычно заметно. Чем хуже сделана пластинка, тем ее шипение больше. Существенное влияние на шипение пластинки оказывает также материал, из которого она сделана. Так, винилитовые пластинки шипят всегда меньше, чем шеллачные.

Однако неприятная особенность граммофонной пластинки не начальное шипение, которое в новых пластинках может быть весьма малым, а возрастание этого шипения и искажений звука по мере износа пластинки.

Патефон и электропатефон в этом отношении весьма неудачные приборы для воспроизведения звука.

Они особенно быстро изнашивают граммофонные пластинки.

Указанное свойство патефона связано с сравнительно большим весом мембраны (звуковой коробки) и обусловленным этим весом сильным давлением иглы на канавку. В обычном патефоне звуковая коробка имеет вес от 100 до 130 граммов. Если учесть, что радиус конца граммофонной иглы составляет от 3 до 6 сотых миллиметра, то нетрудно понять, что игла оказывает на канавку очень значительное давление.

Стремление к тому, чтобы уменьшить износ пластинок при проигрывании и получить громкий и чистый звук, привело к применению электрических способов воспроизведения звука с граммофонных пластинок с помощью так называемых электрических звукоснимателей.

На рис. 20 приведена схема устройства электромагнитного звукоснимателя. По своему устройству этот звукосниматель в основных чертах аналогичен описанному выше электромагнитному рекордеру (рис. 12), но действует он «наоборот». Это означает, что рекордер превращает колебания электрического тока в соответствующие механические колебания резца, а звукосниматель, действующий

«наоборот», превращает механические колебания иглы, идущей по канавке, в соответствующие электрические токи. Игла в звукоснимателе через иглодержатель жестко связывается с подвижным ферромагнитным якорем, помещенным в магнитном поле. Это поле создается постоянным магнитом звукоснимателя.

Якорь охватывает неподвижная катушка из провода. При движении иглы якорь поворачивается в звукоснимателе то в одну, то в другую сторону в соответствии с изгибами канавки, по которой идет игла. В результате небольших поворотов якоря магнитный поток через якорь и охватывающую его катушку беспрерывно изменяется.

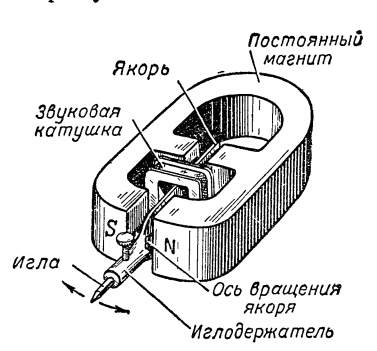


Рис. 20. Электромагнитный звукосниматель.

Благодаря изменению магнитного потока через якорь в охватывающей его катушке возникают электродвижущие силы, соответствующие записанным на пластинке звукам.

Электрические сигналы, получаемые от звукоснимателя, весьма невелики и едва в состоянии привести в действие телефонную трубку. Однако токи звукоснимателя могут быть значительно усилены с помощью электрического усилителя до величины, нужной для приведения в действие громкоговорителя. При этом имеется возможность, изменив усиление при воспроизведении, получить от громкоговорителя звук требуемой громкости.

Использование специальных электрических фильтров в усилителе позволяет также изменять характер звучания или тембр звука, воспроизводимого с граммофонной пластинки. Так, например, можно частично убрать шипение граммофонной пластинки, применив фильтр, подавляющий звуки высоких частот.

Следует обратить внимание на то, что электрический звукосниматель по способу своего действия, т. е. превращения механических колебаний в токи, подобен микрофону, в то время как рекордер, превращающий колебания

тока в механические движения резца, подобен громкоговорителю.

Кроме описанного выше электромагнитного звукоснимателя (рис. 20), в технике механической записи и воспроизведения звука в последние годы находит применение магнитоэлектрический звукосниматель.

В магнитоэлектрическом звукоснимателе катушка жестко связана с воспроизводящей звук иглой и помещена в постоянное магнитное поле. Колебания катушки, вызываемые иглой, приводят к появлению в катушке электродвижущих сил, соответствующих записанным на пластинке звукам. Таким образом, магнитоэлектрический звукосниматель по принципу действия подобен ленточному микрофону.

На рис. 21 в кружочке приведена схема устройства еще одного, в настоящее время чрезвычайно распространенного, так называемого пьезоэлектрического или кристаллического звукоснимателя. В этом звукоснимателе используется весьма интересное физическое явление, называемое пьезоэлектрическим эффектом. Пьезоэлектрический эффект наблюдается в ряде кристаллов, таких, как кристаллы кварца, сегнетовой соли, фосфата аммония и других. Он заключается в том, что при давлении, растяжении или изгибе таких кристаллов, производимых в определенных направлениях по отношению к осям кристалла, на поверхности кристалла возникают электрические заряды. Чем больше сила, действующая на кристалл, тем больше «выдавливаемый» из кристалла электрический заряд.

В кристаллическом звукоснимателе (рис. 21) один конец плоской кристаллической двойной (биморфной) пластинки прочно укреплен на основании звукоснимателя. К другому концу пластинки приделан иглодержатель, несущий воспроизводящую иглу. При перемещениях кончика иглы, вызываемых записанными на пластинке колебаниями, на биморфный кристаллический элемент действуют со стороны иглы скручивающие усилия. Чем сильнее отводится канавкой в сторону игла, тем большие усилия она оказывает на кристалл.

Возникающие на кристалле при его деформации электрические заряды, снимаемые с кристалла тонкими проводящими ток обкладками, изменяются при этом соответственно записанным на пластинке звукам.

Электрические напряжения, возникающие на обклад-

ках кристалла, поступают на выходные клеммы кристаллического звукоснимателя. После усиления они используются для приведения в действие громкоговорителя, воспроизводящего записанные на граммофонной пластинке звуки.

Электрические звукосниматели, в особенности магнитоэлектрического и кристаллического типов, могут быть сделаны чрезвычайно легкими и портативными. Это позволя-

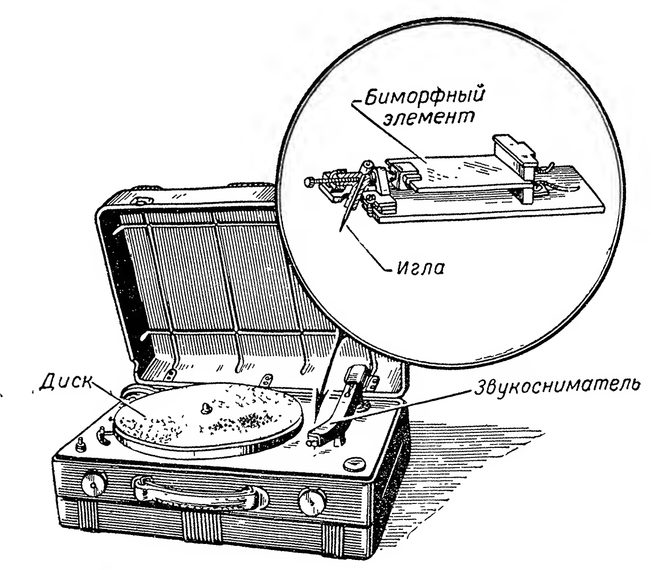


Рис. 21. Универсальный электропроигрыватель с пьезоэлектрическим звукоснимателем.

ет, применяя электрические звукосниматели, добиться весьма малого воздействия воспроизводящей звук иглы на канавку граммофонной пластинки. Сила давления иглы на канавку при использовании электрических звукоснимателей может быть доведена всего до нескольких граммов. В связи с этим износ канавки и возможность ее разрушения иглой в значительной степени уменьшаются.

Применение особенно легких электрических звукоснимателей позволило создать описанные выше долгоиграющие пластинки с микрозаписью.

Электрические звукосниматели работают со специальными, довольно гибкими иглами. Для воспроизведения

звука с долгоиграющих пластинок применяются еще более тонкие и гибкие «вечные» иглы с иридиевым острием и специальные легкие звукосниматели.

На рис. 21 внизу приведен вид универсального электропроигрывателя завода «Эльфа». Он предназначен для воспроизведения звука как с обычных, так и с долгоиграющих граммофонных пластинок. Для вращения диска этот электропроигрыватель снабжен электромотором, работающим от сети переменного тока напряжением 127 или 220 вольт.

Звукосниматель универсального электропроигрывателя имеет пластинку из кристалла фосфата аммония. Вес этого звукоснимателя, приведенный к концу иглы, составляет всего 14 граммов.

При проигрывании пластинки электропроигрыватель присоединяется к гнездам «адаптер» радиоприемника. При этом усилитель токов звуковой частоты в приемнике используется для усиления сигналов, снимаемых с адаптера, и подведения их к громкоговорителю приемника.

В некоторых случаях электропроигрыватели выполняются как одно целое с усилителем и громкоговорителем Такие устройства получили название радиограммофонов.

Приведем несколько правил проигрывания и хранения граммофонных пластинок:

1. При проигрывании следует опускать иглу на пластинку плавно, без толчков.

2. Не следует останавливать или пускать диск при опущенной на пластинку игле.

3. Не следует проигрывать пластинку с середины, а только с начала.

4. Нельзя проигрывать пластинку изношенными иглами, поворачивая их в иглодержателе.

5. Нельзя проигрывать пластинки при косо стоящем или непрочно стоящем проигрывателе, подверженном тряске и т. п.

6. При хранении следует каждую граммофонную пластинку помещать в отдельный конверт.

7. Хранить конверты с пластинками следует только в вертикальном положении.

8. Содержать пластинки нужно в наиболее прохладном, но не сыром месте, избегая освещения пластинок солнечными лучами.

9. Избегать запыливания пластинок и протирать их поверхность мягкой фланелью.

10. Пластинка будет испорчена, если ее проигрывать на не вполне исправном проигрывателе или с помощью самодельных игл.

Механическая запись звука применяется в основном для целей производства граммофонных пластинок.

Механическую запись применяют еще для любительских и некоторых специальных целей, минуя обычный процесс производства граммофонных пластинок. Механическая запись звука позволяет в ряде случаев производить запись и воспроизведение звука с одного и того же диска. Для этого применяют специальные лаковые диски, диски из целлулоида и т. п.; прочность их значительно больше, чем прочность «воска».

При использовании для проигрывания таких граммофонных пластинок, полученных путем непосредственной записи, лучше всего применять легкий электрический звукосниматель. На таких дисках канавки менее прочны, чем на обычной граммофонной пластинке.

Мы не касаемся здесь описания всякого рода конструкций любительских аппаратов для механической записи и воспроизведения звука, о которых можно прочесть в журнале «Радио» и других. Отметим, что постройка любительского аппарата для записи сравнительно легко осуществима силами небольшого радиокружка.

3. ОПТИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

В 1947 году автору этой книги во время работы в Патентной библиотеке СССР среди многих тысяч разнообразных патентов по звукозаписи и звуковым приборам случайно удалось обнаружить старый, всеми забытый патент. Он заявлен в 1889 году наследниками А. Ф. Викшемского, доктора медицины Юрьевского университета.

На рис. 22 дан чертеж, поясняющий принцип работы предложенного А. Ф. Викшемским первого аппарата для оптической записи звука. В описании этого прибора говорится, что записываемые звуки приводят в колебательное движение мембрану, связанную через систему рычагов с вогнутым зеркальцем. Колебания зеркальца, производимые мембраной, вызывают соответствующие перемещения светового зайчика, отражаемого зеркальцем от источника

света. Зайчик падает на закрытый ящик, внутри которого помещен вращающийся цилиндр, обернутый светочувствительным материалом.

Свет от зайчика (светового штриха) может проникнуть внутрь ящика и попасть на светочувствительную поверхность цилиндра только через узкую механическую щель, проделанную в стенке ящика. Когда зеркальце поворачивается по часовой стрелке, зайчик поднимается по щели кверху. В результате этого только незначительная часть

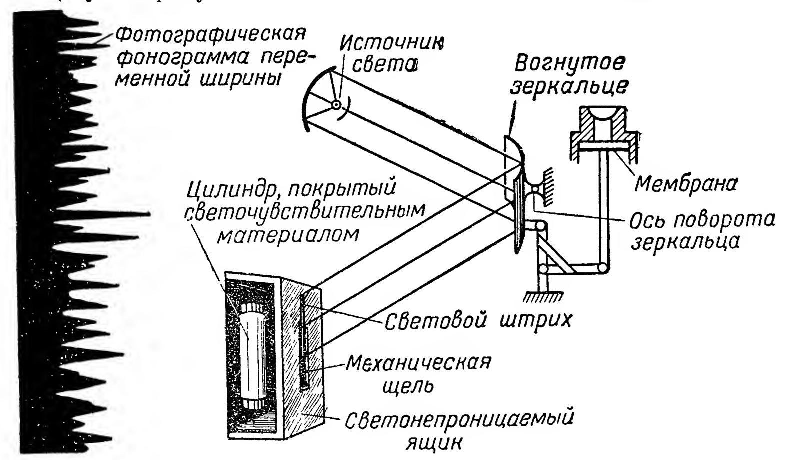


Рис. 22. Схема прибора А. Ф Викшемского и вид получаемой фонограммы.

щели оказывается освещенной. Если зеркальце поворачивается против часовой стрелки, зайчик спускается вниз по щели и освещает значительную часть щели.

При вращении цилиндра и одновременных колебаниях зеркальца на светочувствительной поверхности цилиндра регистрируется своеобразный фотографический «след» движения зайчика (рис. 22), называемый фотографической фонограммой переменной ширины.

Таким образом, с помощью светового луча на светочувствительном материале (например, фотобумаге или кинопленке) посредством зеркальца, связанного с мембраной, улавливающей звуки, может быть зарегистрирован фотографический след звука — фотографическая фонограмма.

Для того, чтобы понять, как образуется фотографическая фонограмма; следует рассмотреть более подробно

устройство светочувствительной пленки (рис. 23) и фотографический процесс (рис. 24).

На рис. 23 показана светочувствительная фотографическая пленка в разрезе. Пленка состоит из светочувстви-

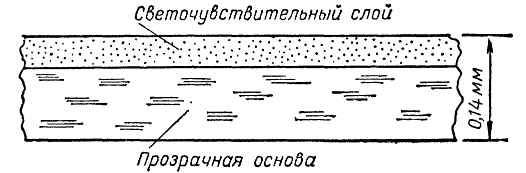


Рис. 23. Строение светочувствительной пленки в разрезе.

тельного слоя и прозрачной основы из целлулоида. Светочувствительный слой очень тонок, он состоит из мельчайших кристаллов бромистого серебра, равномерно распределенных в слое желатины.

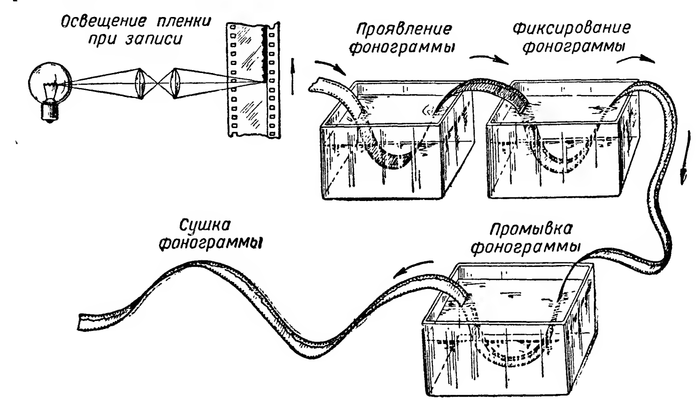


Рис. 24. Схема, поясняющая процесс фотографической обработки фонограммы.

Свойство кристаллов азотнокислого серебра (ляписа) темнеть под влиянием света было известно очень давно. В старину называли ляпис за это свойство «адским камнем».

При освещении светочувствительного слоя те из кристаллов бромистого серебра, на которые падает свет, приобретают особое свойство — способность к проявлению. Это означает, что при погружении пленки в жидкий проявитель (рис. 24) после воздействия на пленку света кри-

сталлы, на которые действовал свет, разрушаются и выделяют при этом непрозрачное металлическое серебро. После проявления пленка погружается в фиксаж, растворяющий непроявленные кристаллы бромистого серебра. Затем следует процесс промывки проявленной пленки в воде и высушивание пленки. В результате всех этих операций на проявленной пленке появляется фотографическое изображение, представляющее собой определенное распределение непрозрачных частиц металлического серебра в слое высушенной желатины. Фотографическое изображение обычно соответствует распределению освещения по поверхности пленки при съемке. На тех участках пленки, которые были освещены при съемке, выделяется металлическое серебро, а те участки пленки, которые не были освещены при съемке, остаются прозрачными.

Если зеркальце и мембрана в приборе Викшемского (рис. 22) неподвижны, то одна половина светочувствительной пленки подвергается действию света, а другая — не освещается. При записи звука длина освещаемого пишущим штрихом участка движущейся пленки меняется в соответствии с записываемыми звуковыми колебаниями. В результате в виде зубцов записывается фонограмма, называемая фонограммой переменной ширины (рис. 22).

Получить звук «обратно», т. е. воспроизвести его вновь, используя записанную указанным образом фотографическую фонограмму, оказалось значительно сложнее, чем с механической фонограммы.

Здесь можно отметить, что еще Шарлем Кро предлагался способ перенесения фотографическим путем прозрачной, прочерченной на слое сажи линии (рис. 1) в виде канавки на какой-либо прочный материал (например, сталь). Это позволяло бы в дальнейшем осуществить воспроизведение звука с помощью канавки и иглы.

Однако техника оптической записи и воспроизведения звука не пошла по этому пути.

В 1888 году выдающийся русский физик А. Г. Столетов построил первый в мире фотоэлемент и изучил его основные свойства. Фотоэлемент — прибор, обладающий способностью изменять электрический ток в присоединенной к нему электрической цепи при изменении освещения фотоэлемента.

Выше мы видели, что микрофон реагирует на приходящий к нему звук, порождая в электрической цепи, свя-

занной с микрофоном, электрические токи, соответствующие по форме и характеру звуковым колебаниям, попадающим в микрофон. Поэтому микрофон часто называют «электрическим ухом», т. е. прибором, чувствительным к звукам.

Фотоэлемент реагирует на свет, превращая колебания света в соответствующие колебания электрического тока в цепи фотоэлемента. По указанной причине фотоэлемент называют иногда «электрическим глазом», т. е. прибором, чувствительным к свету.

Способ действия фотоэлемента иллюстрирует рис. 25.

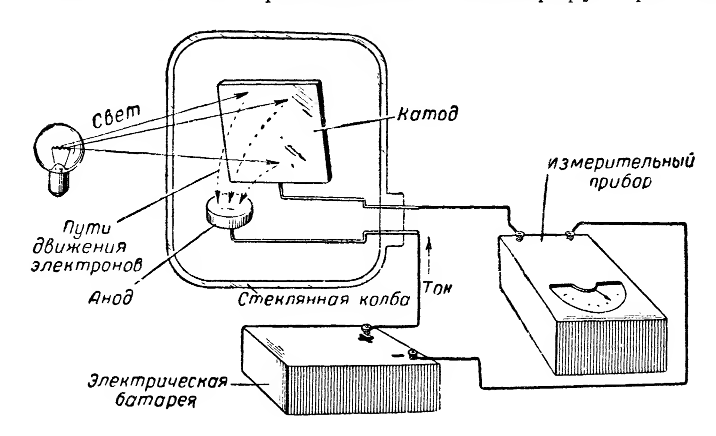


Рис. 25. Схема, поясняющая принцип действия и устройство фотоэлемента.

При освещении отрицательного электрода (катода) фотоэлемента свет «выбивает» из него мельчайшие отрицательные электрические заряды — электроны. «Выбиваемые» светом из катода электроны притягиваются положительным электродом фотоэлемента (анодом). В результате этого через фотоэлемент при его освещении начинает проходить электрический ток, представляющий собой поток электронов.

А. Г. Столетов показал, что чем сильнее освещен катод фотоэлемента, тем больше электронов «выбивает» свет из катода и, следовательно, тем больше электрический ток, текущий через фотоэлемент и соединенную с ним внешнюю электрическую цепь.

При изготовлении фотоэлементов наибольшие трудности представляет получение светочувствительного катода. В современных фотоэлементах катод состоит из сложного соединения металлов и окислов металлов, таких, как серебро и цезий или сурьма и цезий.

Чувствительный к свету фотоэлемент позволил получить с фотографической фонограммы звук «обратно», т. е. воспроизвести звук.

Наш соотечественник, студент Московского технического училища И. Л. Поляков в 1900 году предложил использовать фотоэлемент для того, чтобы превратить звуковые колебания, записанные на фотографической фоно-

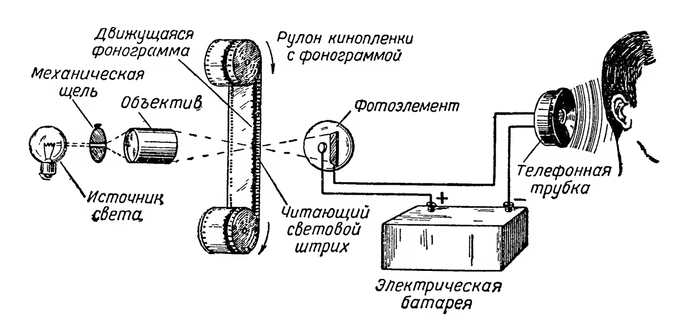


Рис. 26. Схема воспроизведения звука с оптической фонограммы с помощью фотоэлемента.

грамме, в соответствующие электрические токи, а затем прослушивать эти токи с помощью телефонной трубки.

На рис. 26 показана общая схема подобного устройства. Здесь свет от источника света проходит через фонограмму и попадает на катод фотоэлемента; фотоэлемент соединен с телефонной трубкой и электрической батареей. Когда фонограмма движется, свет, идущий от источника на фотоэлемент, беспрерывно изменяется за счет того, что зубчики на фонограмме (рис. 22) то в большей, то в меньшей степени закрывают фотоэлемент от источника света. В результате изменения освещенности фотоэлемента, происходящей в соответствии с записанными на фонограмме звуковыми колебаниями, ток в цепи фотоэлемента также изменяется по закону записанных звуковых колебаний. Колебания тока фотоэлемента превращаются телефонной трубкой в звуки.

Следовательно, способ оптической записи звука состоит в том, что звуковые колебания превращаются в колебания светового потока, освещающего движущуюся светочувствительную пленку. В результате неоднородного освещения вдоль пленки при записи после фотографического проявления пленки на ней образуется фотографическая фонограмма. При воспроизведении звука, пропуская фонограмму между источником света и фотоэлементом, получают в цепи фотоэлемента ток, изменяющийся в соответствии с записанными на фонограмме звуками. Затем с помощью телефона или громкоговорителя этот ток снова превращается в звуки.

Простой прибор для записи звука А. Ф. Викшемского (рис 22) обладает многими недостатками. Так, например, для того, чтобы заставить зеркальце колебаться от падающих на мембрану звуков, зеркальце должно быть очень маленькое и легкое, а мембрана достаточно подвижная и большая. Записать этим прибором можно только достаточно громкие звуки.

Методы оптической записи и воспроизведения звука базируются на основных принципах, изложенных в патентах А. Ф. Викшемского и И. Л. Полякова. Они были в дальнейшем значительно усовершенствованы.

При записи звуки улавливают микрофоном, превращающим их в соответствующие токи. Эти токи, после их усиления с помощью усилителя на электронных лампах, подводятся к специальному прибору — модулятору света. Модулятор света превращает эти токи в соответствующие колебания светового потока, действующего на светочувствительную пленку при записи.

На рис. 27 приведена общая схема устройства для оптической записи звука, предложенного в 1927 году советским ученым, профессором А. Ф. Шориным. В этом устройстве звуковые волны, попадающие в микрофон, заставляют ленточку микрофона совершать колебания. Движение ленточки микрофона в магнитном поле вызывает появление в ней электродвижущей силы. Слабое электрическое напряжение, развиваемое движущейся ленточкой микрофона, усиливается усилителем записи. На выходе усилителя записи возникают достаточно сильные токи, которые подводятся к ленточке светового модулятора, помещенной в магнитном поле сильного постоянного магнита.

Нетрудно понять, что при применении такой системы

электрической передачи движения от ленточки микрофона к ленточке модулятора колебания этих ленточек будут по своему характеру совершенно одинаковыми. Однако благодаря использованию электрического усиления колебания ленточки в модуляторе света могут быть сделаны во много раз бо́льшими, чем колебания ленточки микрофона.

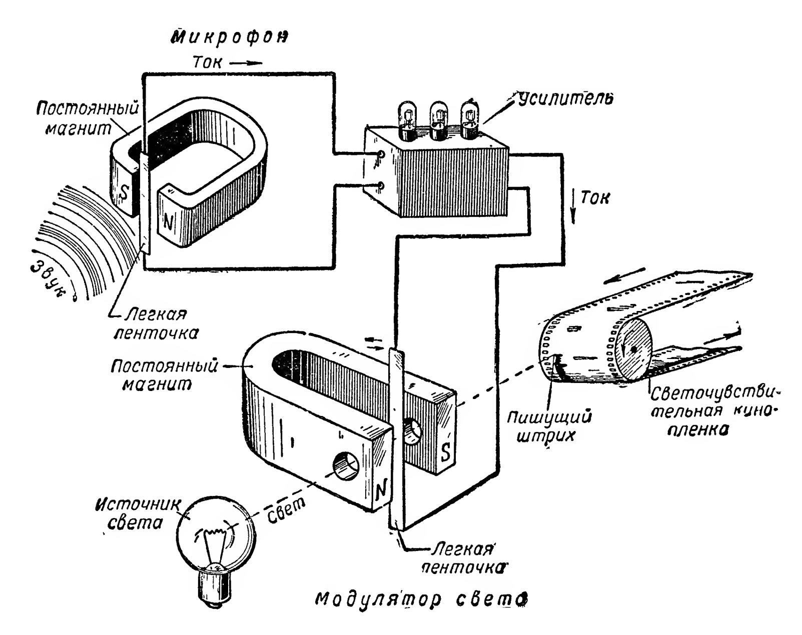


Рис. 27. Принципиальная схема звукозаписывающей аппаратуры по А. Ф. Шорину.

Ленточка модулятора света частично перекрывает световые лучи, идущие от источника света на светочувствительную кинопленку, движущуюся в звукозаписывающем аппарате. В результате на светочувствительной кинопленке записывается фотографическая фонограмма, аналогичная той, которая получалась в аппарате А. Ф. Викшемского.

Естественно, что для записи может быть применен не только ленточный микрофон, приведенный нами для наглядности, но и микрофон любого другого вида, превращающий звук в соответствующий электрический ток.

Для оптической записи звука могут быть также применены не только описанный выше ленточный, но и многие другие электрические модуляторы света.

В 1926 году профессором П. Г. Тагером был предложен модулятор света, основанный на явлении двойного лучепреломления в электрическом поле.

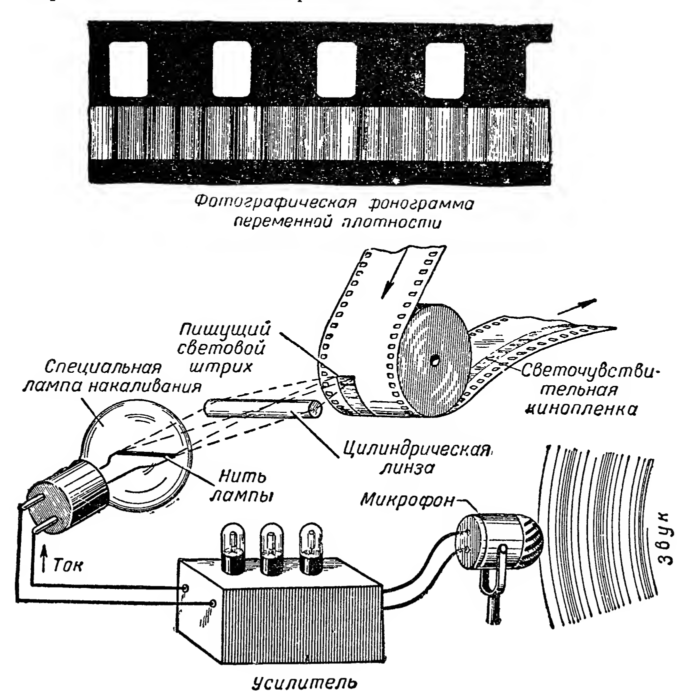


Рис. 28. Схема записи звука с лампой накаливания и фонограмма переменной плотности.

Известен также модулятор света, имеющий вид электрической лампы накаливания. Такой модулятор был предложен еще в 1922 году советским ученым В. И. Коваленковым и позднее, в 1929—1930 годах, значительно усовершенствован изобретателем В. Д. Охотниковым.

В этом модуляторе (рис. 28) усиленный ток от микрофона пропускался через тонкую нить специальной лампочки. Чем сильнее ток, тем ярче вспыхивает нить лампочки. Изменение яркости свечения нити происходит при

этом в соответствии с изменением тока микрофона. Освещая этой лампочкой-модулятором света движущуюся светочувствительную пленку, получают разное почернение пленки вдоль ее длины.

На пленке образуется оптическая запись в виде фотографической фонограммы, называемой фонограммой переменной плотности (рис. 28).

Запись переменной ширины (рис. 22) и запись переменной плотности (рис. 28) — основные виды оптической записи звука.

Из всевозможных видов различных модуляторов света для оптической записи теперь наибольшее распространение в СССР получил зеркальный модулятор света, общая схема которого приведена на рис. 29.

Этот модулятор до известной степени по способу действия подобен модулятору А. Ф. Викшемского. Здесь от источника света световые лучи проходят через диафрагму, называемую пишущей маской, и, отражаясь от зеркальца, образуют с помощью объектива изображение выреза в диафрагме на механической щели. Механическая щель в свою очередь изображается на светочувствительной пленке в виде пишущего светового штриха.

Способ действия данного модулятора состоит в том, что при поворотах зеркальца изображение освещенного выреза в маске смещается вверх или вниз по механической щели. При смещении освещенного треугольного пятна на механической щели вверх бо́льшая часть щели (и соответственно пишущего штриха) оказывается освещенной. При смещении освещенного пятна вниз только незначительная часть штриха оказывается освещенной.

Зеркальце модулятора приводится в движение с помощью катушки, через которую пропускается усиленный ток микрофона. Эта катушка (не показанная на чертеже) помещена в поле сильного постоянного магнита. При пропускании через нее звуковых токов она и связанное с ней зеркальце колеблются в точном соответствии с записываемыми звуками, попадающими в микрофон.

В зависимости от формы выреза в записывающей маске с помощью зеркального модулятора света можно записать самые разнообразные фотографические фонограммы. Так, на рис. 29 внизу приведен вид различных пишущих масок и в самой нижней части рисунка даны соответствующие им фонограммы, получаемые с этими масками.

При использовании пишущей маски с вырезом в виде одного треугольника получается односторонняя фонограмма переменной ширины, подобная фонограмме, получавшейся с помощью прибора А. Ф. Викшемского.

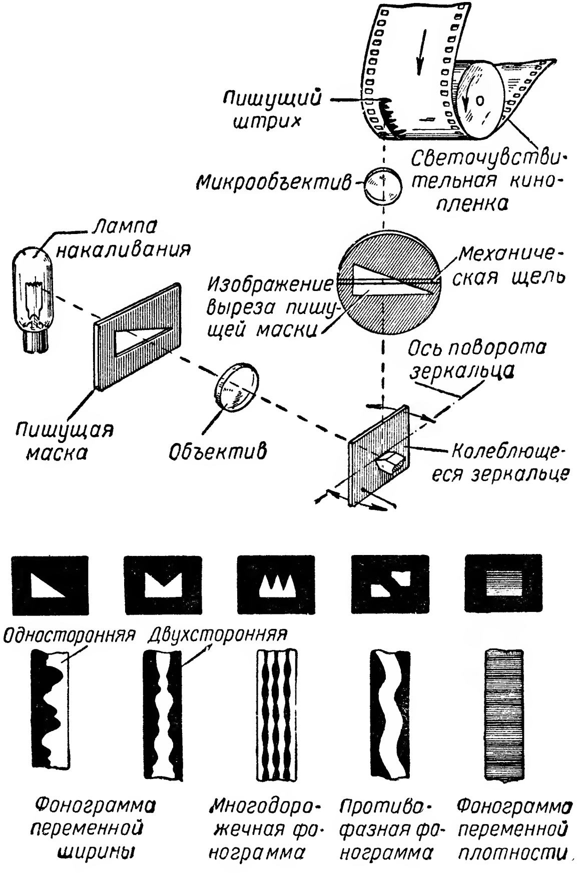


Рис. 29. Схема зеркального модулятора света, виды пишущих масок и фонограммы, получаемые с этими масками.

При использовании маски с вырезом в виде буквы М получается двухсторонняя фонограмма переменной ширины, наиболее часто используемая на копиях кинофильмов, поступающих в кинотеатры.

При использовании маски с вырезом в виде нескольких треугольников получается многодорожечная фонограмма, применяемая на узкопленочных кинофильмах.

Использование пишущей маски в виде двух сдвинутых по отношению друг к другу трапеций позволяет получить противофазную фонограмму, широко используемую при производстве кинофильмов в студиях. Наконец, применение маски в виде оптического клина позволяет получить с зеркальным модулятором фонограмму переменной плотности, подобную той, которая записывается с модулятором в виде лампы накаливания.

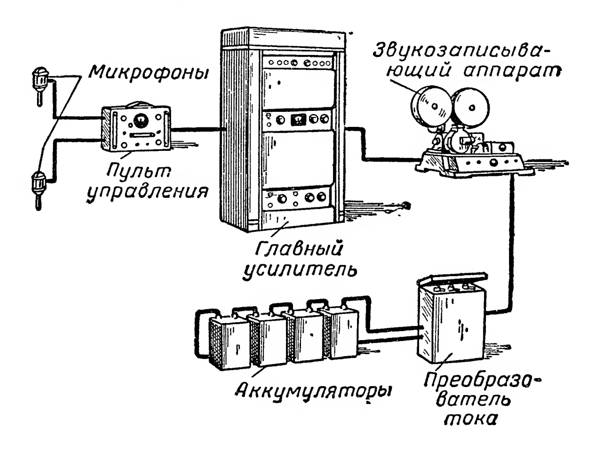


Рис. 30. Общий вид комплекта передвижной аппаратуры для оптической записи звука на кинопленку.

На рис. 30 показан общий вид современного комплекта передвижной аппаратуры для оптической записи звука на кинопленку, в котором используется зеркальный модулятор света. При звукозаписи в пульт управления включаются один или два отдельных микрофона. Звукооператор, управляющий этим пультом, регулирует с помощью ручек управления токи, поступающие от микрофонов в пульт. С выхода пульта общий записываемый сигнал подается на главное усилительное устройство. После усиления сигнал подводится к модулятору света звукозаписывающего аппарата.

В звукозаписывающем аппарате (рис. 31) светочувствительная пленка перематывается из одной кассеты в

другую, проходя внутри светонепроницаемой камеры аппарата. В камере пленку освещает пишущий световой штрих, создаваемый модулятором света.

После записи пленка в специальной проявочной машине проявляется, фиксируется, промывается и высушивается.

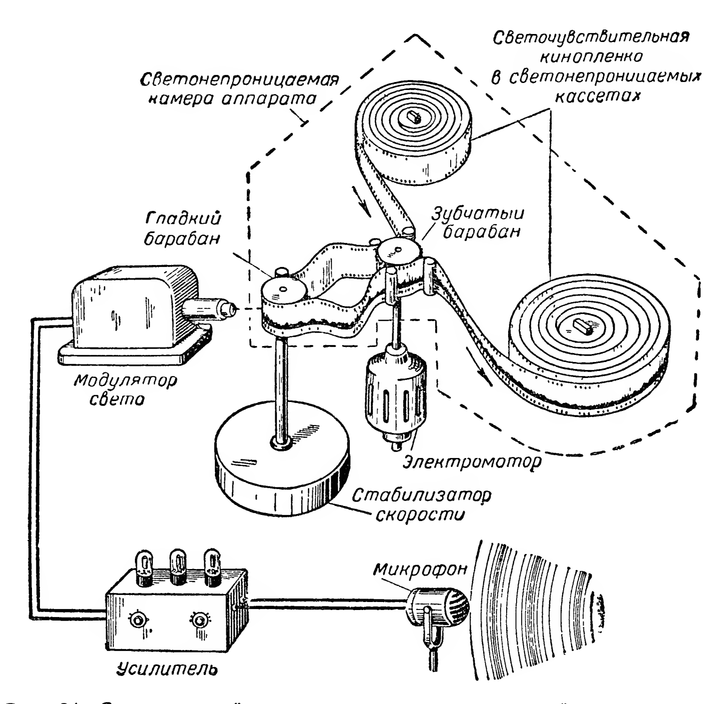


Рис. 31. Схема устройства аппарата для оптической записи звука.

В результате всех операций на пленке образуется негативная фотографическая фонограмма. В специальном копировальном аппарате (рис. 32) с негативной фонограммы на светочувствительной пленке печатается позитивная фонограмма, она также подвергается последующей фотохимической обработке в проявочной машине.

Воспроизведение звука производится, как правило, только с позитивной фонограммы, она печатается с негативной фонограммы, получаемой в результате процесса записи.

Разработка аппаратуры и способов оптической записи звука позволила создать звуковое кино.

Кино, как массовое зрелище, было создано еще в конце прошлого века. Больше тридцати лет кино не имело зву-

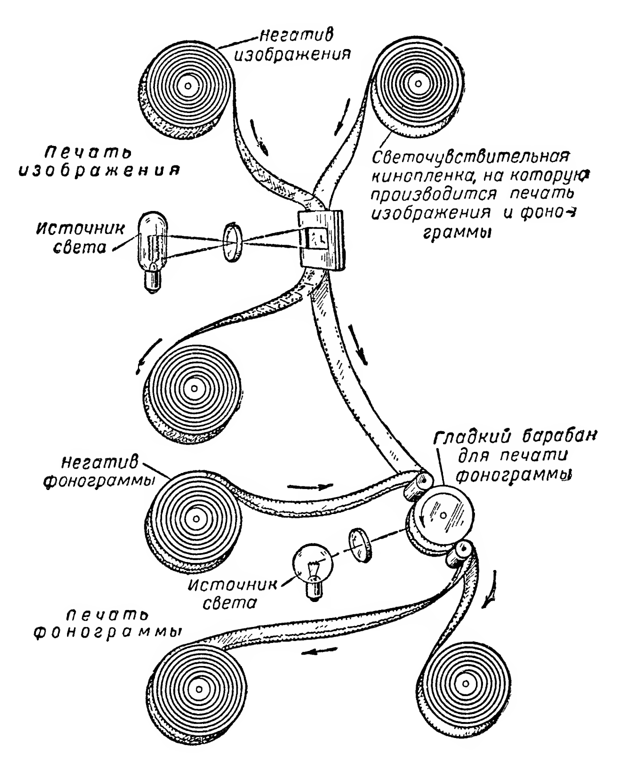


Рис. 32. Схема устройства копировального аппарата для печати изображения и фонограммы на кинопленку.

ка. На экранах кинотеатров беззвучно скользили немые серые тени артистов, проносились поезда, стреляли орудия, но до зрителей эти звуки не долетали.

Кино в то время называли «великий немой». Находились даже такие маловеры среди режиссеров и артистов, которые считали, что говорящее кино ни к чему. Появление речи в кино якобы может «испортить специфику» кинозрелища, сделать кино неинтересным для зрителей.

Для того, чтобы зрители понимали то, о чем говорили герои кинофильмов, на экране то и дело появлялись надписи (титры), поясняющие разговор действующих лиц.

Киносеанс обычно сопровождался звуками игры на рояле, за которым сидел музыкант-иллюстратор. Он подбирал произвольные мелодии, примерно подходящие к развивавшемуся на экране действию.

Многие передовые ученые пытались сделать кино звуковым, т. е. заставить «великого немого» заговорить. Пробовали для этой цели использовать механическую запись на граммофонных пластинках. Не получалось. Нужно было, чтобы пластинки вертелись строго согласованно с ходом пленки в киноаппарате. Кинопленка часто рвалась, из фильмов выпадали отдельные кадры, а на пластинке оставалась канавка, несущая звуки, «оставшиеся» от куска изображения, вырезанного из фильма. Звук и изображение «расходились», как говорят, теряли синхронность. Звуки с экрана доходили, как далекое эхо уже давно произнесенной фразы. Кроме того, эти звуки были очень тихими, ибо воспроизводились они простым граммофоном, который не мог обслужить большой аудитории кинотеатра.

В 1920 году В. И. Коваленков предложил применить усилители на электронных лампах и громкоговорители в кинотеатрах.

Было много и других предложений по созданию звукового кино. Но кино продолжало оставаться «великим немым».

В 1926—1927 годах, когда во всем мире еще не было ни одного звукового кинотеатра, трудами коллективов ученых и изобретателей под руководством П. Г. Тагера и А. Ф. Шорина в СССР было положено начало созданию звукового кино.

Сейчас трудно представить себе ту сенсацию, которую вызвало появление звукового кино.

«Великий немой» заговорил!

«Звук записан по системе «Тагефон» (П. Г. Тагера), «Звук записан по методу А. Ф. Шорина» — извещали заглавные надписи первых советских звуковых фильмов («Путевка в жизнь», «Златые горы» и др.).

Большой и тяжелый путь представляло собой создание звукового кино. Но этот путь увенчался блестящим успехом. Немое кино отошло в область преданий, его заменило

звуковое кино, которое буквально на наших глазах стало цветным и благодаря трудам наших советских изобретателей и ученых приобретает и новые свойства — становится «стереоскопическим» (т. е. объемным) и стереофоническим.

Все смотрят замечательные советские кинофильмы, однако очень немногие представляют себе достаточно ясно, как делаются кинофильмы, записывается в фильме звук и как он воспроизводится в кинотеатре.

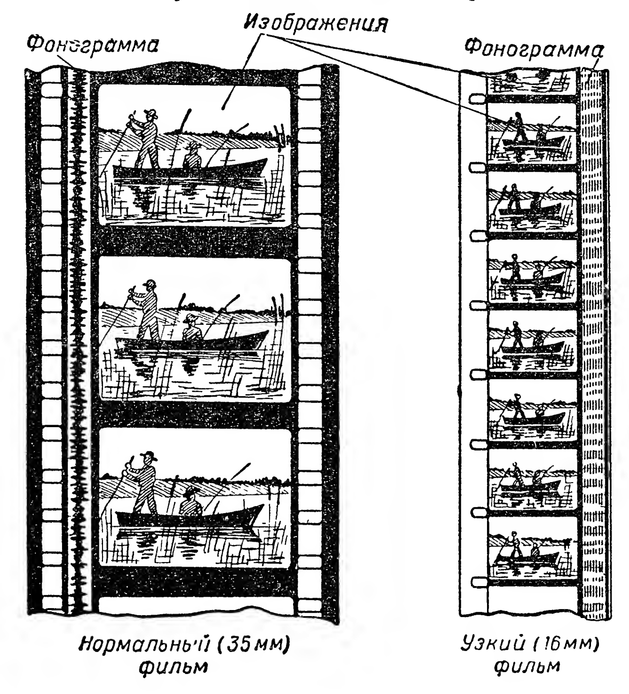


Рис. 33. Нормальный и узкий кинофильмы.

На рис. 33 показаны отрезки нормального и узкого кинофильмов. На них видны отдельные кадры изображения кинофильма, перфорационные отверстия и звуковая дорожка или фонограмма.

Часто процесс съемки кинофильма представляют себе так: изображение снимается на пленку и на этой же пленке записывается звук в виде фонограммы. Однако съемка кинофильма происходит совсем не так.

На рис. 34 показана часть киностудии, называемая съемочным павильоном. Съемочный павильон киностудии — громадное закрытое помещение, внутри которого устанавливаются различные декорации. Здесь можно увидеть самые необыкновенные сочетания. Рядом с декорацией, изображающей часть станции метро, стоит декорация, изображающая внутренность избы в Филях под Москвой, где происходило историческое совещание Кутузова.

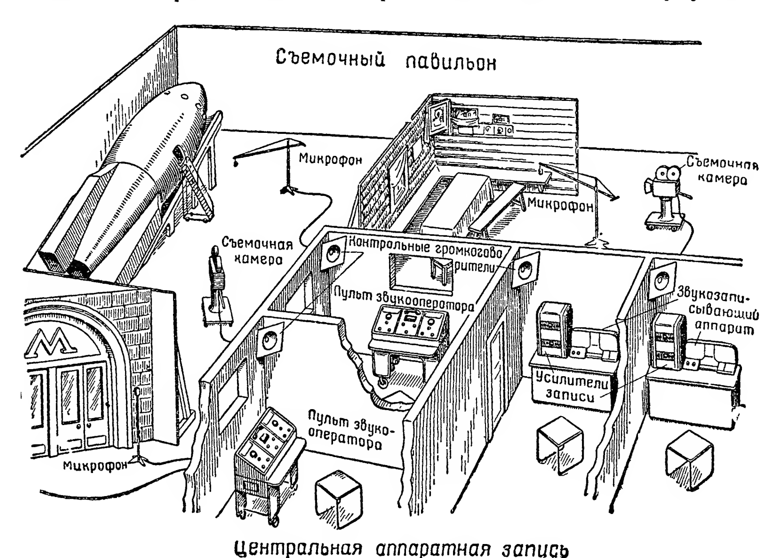


Рис. 34. Съемочный павильон киностудии и аппаратные записи.

В другом углу павильона, поблескивая никелем и стеклом, стоит макет какого-то сложного космического корабля для межпланетных сообщений.

При звуковой синхронной съемке в павильоне в каждый данный момент используется только одна из декораций.

Во время съемки мощные потоки света прожекторов освещают декорацию. У съемочной камеры изображения оператор фильма с ассистентами подбирает правильный угол съемки, поворачивает, отодвигает или приближает съемочную камеру к декорации.

За удобным звукооператорским пультом располагается звукооператор, отдающий команды микрофонщику, ко-

торый управляет своеобразным устройством, называемым микрофонным журавлем.

Длинная прямая стрела из легких труб — основная часть микрофонного журавля — выносит далеко вперед и вверх микрофон. Микрофон не должен попасть в поле зрения съемочной камеры, иначе он будет виден в фильме. В то же время микрофон не должен быть очень удален от артистов, для того чтобы хорошо и без искажений улавливать произносимые ими слова.

Загримированные и соответствующим образом одетые артисты репетируют свои роли в декорации. Здесь главный командир — режиссер. Он командует всеми.

Но вот сцена отрепетирована. В павильоне наступает полная тишина. Все смотрят на режиссера. Команда: «Начали!», «Мотор!».

Пускается в ход съемочная камера и звукозаписывающий аппарат. Началась съемка эпизода картины. Актеры разыгрывают свои роли.

В съемочной камере со скоростью 24 раза в секунду непрерывно снимаются кадры нового фильма. Одновременно в записывающем аппарате плавно идет пленка, на которой с микрофона записывается звук.

Проходит 1... 2... 3 минуты.

Эпизод окончен. Команда «Стоп!»

Пленка в аппаратах прекращает свой бег. Гаснут мощные прожекторы...

Эпизод за эпизодом, сцена за сценой, так большим и напряженным трудом создается новый кинофильм.

Не только в павильонах киностудий, но иногда и в длительных далеких экспедициях в глухой тайге, в степях и на вершинах гор снимаются отдельные эпизоды кинофильмов.

Пленки с отснятыми кадрами монтируются в соответствии со сценарием фильма. Записанная на отдельной от изображения пленке, монтируется согласованная с изображением синхронная фонограмма.

Почему же фонограмму и изображение не получают сразу на одной общей пленке? Для этого есть много оснований.

Фильм, как мы видели выше, снимается отдельными небольшими кусками. Одно и то же изображение требует иногда самого разнообразного звукового сопровождения.

Представим себе сцену боя в кинофильме. Здесь и крики, и голоса, и выстрелы, и шумы, и музыка.

Создать весь необходимый комплекс звуков, нужных по сценарию, на месте съемки фильма очень трудно. Да в этом и нет надобности. Музыка может быть записана отдельно и в другое время, не тогда, когда производится съемка. Различные шумы тоже нет необходимости записывать одновременно со съемкой изображения.

Эти звуки записываются на отдельных фонограммах и включаются в фильм в завершающем процессе производ-

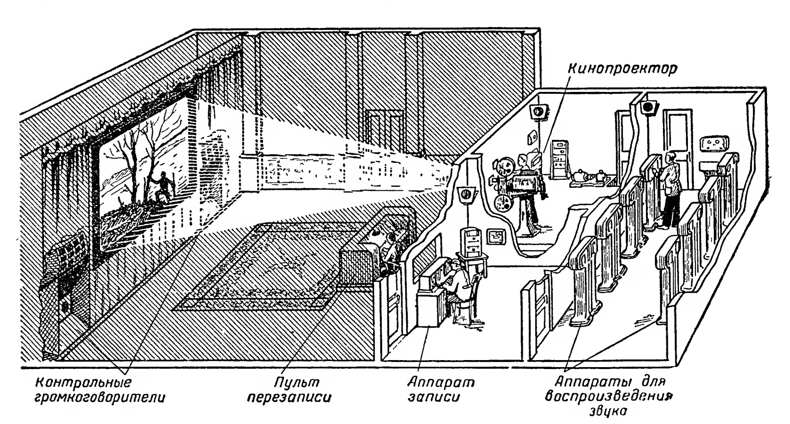


Рис. 35. Комплекс помещений и аппаратуры для перезаписи.

ства фильма, называемом процессом перезаписи фильма. При перезаписи фильма готовое отснятое изображение смонтировано в виде отдельного рулона пленки.

Каждый рулон пленки с изображением данной части сопровождается многими (иногда до 6—8) рулонами с различными смонтированными и согласованными с изображением синхронизированными фонограммами. На одной из них записана речь актеров, на другой музыка, на третьей шумы и т. п. Для перезаписи фильма используется сложная аппаратура, называемая комплектом перезаписи.

Комплект аппаратуры перезаписи (рис. 35) состоит из кинопроектора, проектирующего изображение на экран в помещении, где происходит перезапись, и многих отдельных аппаратов для воспроизведения звука, работающих строго согласованно и одновременно с кинопроектором.

В аппаратах для воспроизведения звука движутся отдельные фонограммы, согласованные с изображением. В каждом из этих аппаратов установлен отдельный фотоэлемент, «читающий» только данную фонограмму. Токи с отдельных фотоэлементов, установленных на разных аппаратах, после их усиления подводятся к общему регулировочному пульту (пульту перезаписи). За пультом перезаписи сидят звукооператор и режиссер фильма. Они наблюдают за изображением, проектируемым на экран. Вращая ручки регуляторов пульта перезаписи, они регулируют силу отдельных звуков, создавая правильное, требуемое по характеру изображения звуковое сопровождение фильма.

Пусть, например, нужно, чтобы в определенном месте фильма наряду с разговором возникала постепенно нарастающая по громкости музыка. Разговор записан на своей фонограмме; добавляя постепенно к звукам разговора звуки музыки с другой фонограммы, добиваются требуемого общего звучания. На выходе пульта перезаписи получают при этом нужный результирующий сигнал, который записывается звукозаписывающим аппаратом на одну общую фонограмму, являющуюся окончательной фонограммой фильма.

С этой фонограммы и негатива изображения фильма печатаются в копировальном аппарате на кинокопировальной фабрике копии кинофильмов, идущие в кинотеатры.

Использование записи на отдельной пленке открыло многие новые возможности в процессе производства фильмов. Так, например, бывают случаи, когда киноактер, весьма подходящий по своему типу и таланту для исполнения роли, предусмотренной в фильме, должен по ходу фильма петь или играть на рояле и т. п. При этом бывает и так, что вполне подходящий для фильма актер не умеет петь или не обладает требуемой техникой игры на том или ином музыкальном инструменте, фигурирующем в фильме.

В этом случае применяется следующий прием: песня или требуемое музыкальное исполнение предварительно записывается на фонограмму раньше, чем производится киносъемка данной сцены. При киносъемке звуки песни или музыка воспроизводятся в павильоне с заранее записанной фонограммы. Актер, играющий в фильме, поет (или делает вид, что поет), играет (или делает вид, что играет) на музыкальном инструменте, но издаваемые им

звуки не записываются. Вместо этого в фильм входит первоначальная, записанная ранее фонограмма вместе с отснятым под эту фонограмму изображением.

Таким путем создается полное впечатление того, что данную песню или музыкальное произведение исполнял актер, снимающийся в фильме.

А вот другой пример.

Иногда бывает и так, что во время съемки звуки речи актеров записываются недостаточно хорошо или же фонограмма с хорошей записью получает какие-либо повреждения. Снять эту сцену фильма снова, чтобы записать заново звук, не всегда возможно — декорация может к этому времени быть уже разобрана, а стоимость съемки отдельных сцен иногда весьма велика. В некоторых случаях (например, на шумной улице города) записать достаточно разборчиво речь актеров очень трудно. Во всех этих случаях используют так называемое озвучание или переозвучивание ранее отснятых сцен.

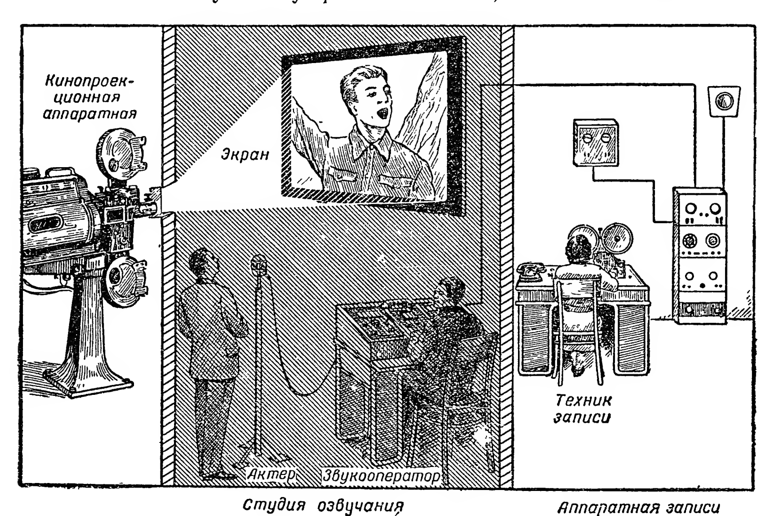


Рис. 36. Схема, поясняющая процесс озвучания и дублирования фильмов.

Для этого изображение в студии озвучания проектируется на экран. Актер стоит перед микрофоном (рис. 36) и, наблюдая за изображением на экране, произносит слова за того актера, который изображается на экране. Речь

озвучивающего актера записывается на отдельную фонограмму. Далее с фонограммы, полученной при озвучании, и негатива отснятого ранее изображения печатают один общий звуковой фильм, который имеет нужную фонограмму и изображение. При этом иногда озвучивавший актер может и не быть тем актером, который снят в фильме.

Указанным выше способом переозвучивания один и тот же фильм может быть переведен или, как говорят, «дублирован» на разные языки.

В этом случае предварительно делается перевод речи актеров, участвующих в фильме, на другой язык. Этот перевод должен правильно передавать смысл высказываний героев фильма. Особое внимание при дублировании фильмов уделяется движению рта актеров при произнесении тех или иных слов. При получении нового текста на другом языке следят за тем, чтобы число полных смыканий губ актеров при произнесении отдельных фраз и слов на одном и на другом языке было одинаковым.

При дублировании фильма актеры, находящиеся в зале, где происходит запись звука, наблюдая за движением актеров на экране, разыгрывают свои роли, стараясь, чтобы характер их речи совпадал с действием, происходящим на экране. Так, например, если на экране по ходу действия актер отворачивается от публики, то дублирующий эту роль актер тоже должен отвернуться от микрофона. Если актеры на экране дерутся, ложатся на пол и т. п., то обычно дублирующие эти роли актеры стараются повторять те же действия, которые изображаются на экране.

При озвучании и дублировании фильмов большую роль играют подгонка или синхронизация записанной фонограммы с имеющимся изображением. Для этой цели фонограмма, получаемая при озвучании, укорачивается и удлиняется путем вырезания или включения в нее дополнительных кусков пленки с записью паузы. При этом промежутки времени между произнесением отдельных фраз и слов искусственным путем укорачиваются или удлиняются.

С фонограммы, полученной в результате процесса дублирования, и негатива изображения фильма печатаются копии фильмов для кинотеатров.

В Советском Союзе много кинокопировальных фабрик. Здесь изготавливают копии кинофильмов, снимаемых в студиях художественных, хроникальных, научно-популярных, сельскохозяйственных, военных, технических и дру-

гих фильмов, а также копии с фильмов, дублируемых на разные языки.

Отсюда десятки и сотни тысяч кинофильмов через конторы кинопроката поступают в кинотеатры.

Миллионы людей посещают ежедневно в СССР кинотеатры, смотрят фильмы в клубах, на кинопередвижках и т. п.

Как же устроен кинотеатр и как осуществляется демонстрация звуковых кинофильмов?

Многие не смогут правильно ответить на этот вопрос.

В кинотеатре (рис. 37) позади зрительного зала имеется кинопроекционная аппаратная, в которой обычно уста-

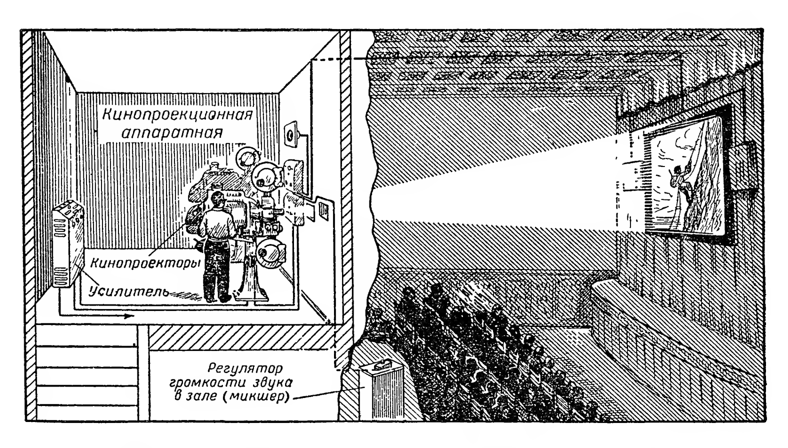


Рис. 37. Общий вид зала и аппаратной кинотеатра.

навливаются два или три одинаковых кинопроектора. Два кинопроектора необходимы для непрерывной демонстрации кинофильма. Пока фильм проектируется одним кинопроектором на экран, установленный в зрительном зале, в другой кинопроектор вставляется следующая часть этого же фильма. Когда в работающем кинопроекторе часть подходит к концу, запускается другой кинопроектор, так что в течение нескольких секунд на экране происходит демонстрация одних и тех же кадров фильма с двух кинопроекторов. Затем ранее работавший проектор, в котором часть кончилась, выключается и в него заряжается следующая часть фильма. При внимательном наблюдении за экраном при демонстрации фильма в кинотеатре можно

всегда уловить момент перехода от одного кинопроектора к другому.

Для киномеханика, осуществляющего переход с одного кинопроектора на другой, сигналом для перехода с поста на пост служит появляющийся в правом верхнем углу экрана белый или черный кружок.

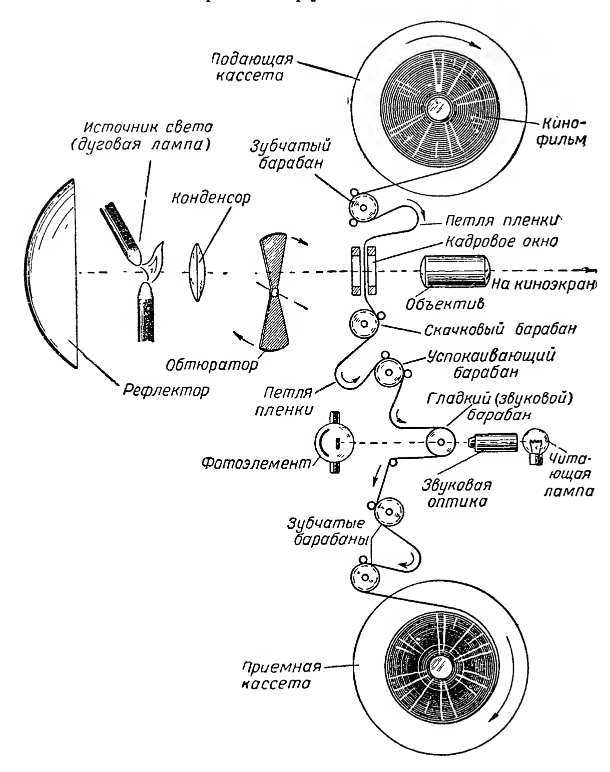


Рис. 38. Схема устройства кинопроектора.

На рис. 38 показана общая схема устройства кинопроектора. Лента кинофильма движется в кинопроекторе из верхней подающей кассеты в нижнюю приемную кассету. Пленка вытягивается из подающей кассеты тянущим барабаном, зубцы которого входят в перфорационные отверстия, имеющиеся в кинопленке. Дальше она проходит по фильмовому каналу мимо кадрового окна, к которому прижимается пружинной рамкой.

Пленка протягивается через кадровое окно скачками, каждый раз перемещаясь точно на один кадр. Это осуществляется с помощью скачкового барабана, движущегося строго одинаковыми рывками. Во время смены кадров свет закрывается непрозрачной лопастью обтюратора. Таким образом, зрители не видят на экране движение пленки во время протягивания ее через кадровое окно.

При наличии движущегося предмета его изображение на каждом последующем кадре несколько смещено. В результате при быстрой смене кадров (24 кадра в секунду) зритель не различает последовательной смены кадров. Из-за постепенного смещения в последующих кадрах движущегося предмета у зрителя создается впечатление движения изображения этого предмета на экране.

Пройдя скачковый барабан, пленка попадает на успокаивающий барабан и далее на гладкий звуковой барабан. Он вращается равномерно с постоянной скоростью, так как снабжен специальным стабилизатором скорости.

Затем пленка, огибая звуковой зубчатый барабан и задерживающий барабан, поступает в приемную кассету, где наматывается в рулон.

При демонстрации фильма проекция кадров изображения на экран осуществляется с помощью источника света с рефлектором и конденсором (системой больших линз), создающих равномерное освещение кадрового окна. Изображение кадрового окна с помощью объектива в сильно увеличенном виде проектируется на экран в кинотеатре.

Воспроизведение звука с фильма осуществляется с помощью звуковой оптики, создающей на фонограмме «читающий световой штрих». Световой штрих представляет собой равномерно освещенное прямоугольное световое пятно длиной 2 мм и толщиной в одну сотую долю миллиметра. Световые лучи, проходя через фонограмму, попадают на фотоэлемент, превращающий колебания светового потока, вызванные движущейся фонограммой, в соответствующие электрические токи. Токи фотоэлемента после их усиления сначала усилителем фототоков, а затем оконечным усилителем подводятся к громкоговорителям, установленным в зале кинотеатров рядом с экраном.

Таким способом осуществляется показ звуковых черно-белых и цветных фильмов в кинотеатрах.

Эти фильмы имеют ширину 35 мм (рис. 33), причем пленка с фильмом движется при проекции со скоростью

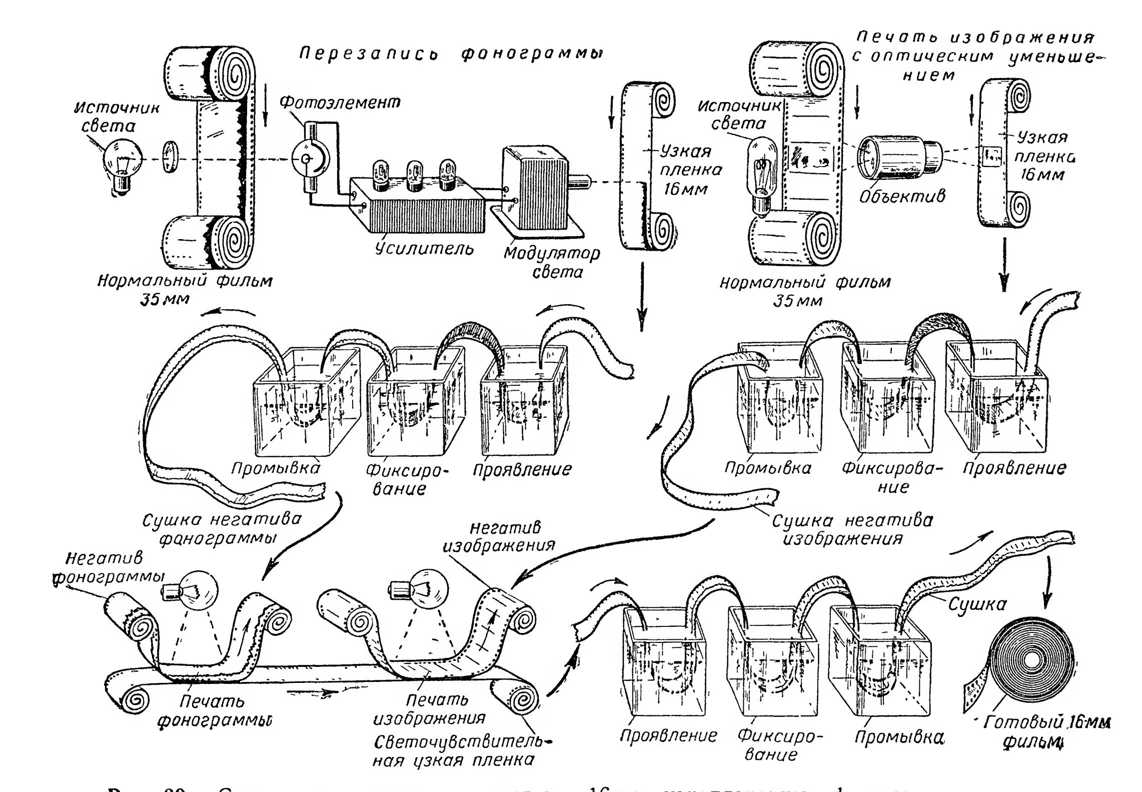


Рис. 39. Схема производства звуковых 16-мм узкопленочных фильмов.

около 45 см в секунду. 35-мм фильмы изготавливаются на горючей целлюлозной кинопленке и поэтому представляют большую пожарную опасность. Демонстрация этих фильмов может производиться только в специально приспособленных для этой цели помещениях.

В последнее время в СССР широкое распространение получили также узкопленочные фильмы, изготавливаемые на 16-мм негорючей ацетилцеллюлозной пленке (рис. 33). Эти фильмы копируют с нормальных 35-мм фильмов. При копировании изображение соответствующим образом уменьшается, а фонограмма перезаписывается с нормаль-

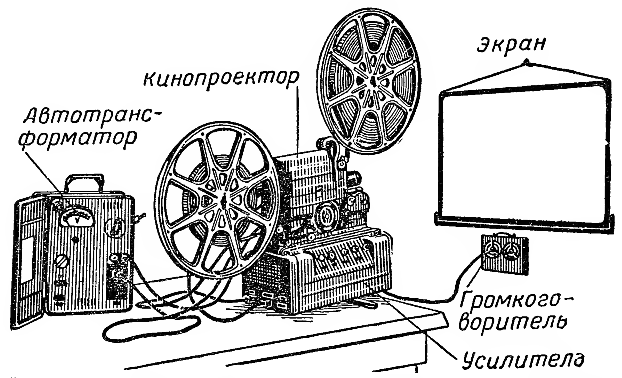


Рис. 40. Передвижная кинопроекционная установка «Украина», предназначенная для демонстрации узких 16-мм звуковых фильмов.

ной пленки на узкую. После этого изображение и фонограмма печатаются в виде узкопленочной копии фильма (рис. 39). Узкопленочные кинофильмы имеют много преимуществ перед широкопленочными (негорючесть, меньшие размеры рулонов пленки, меньший вес и т. п.).

Наряду с этим качество изображения и звука в 16-мм узкопленочных фильмах всегда хуже, чем в нормальных 35-мм фильмах.

На рис. 40 приведен общий вид передвижной кинопроекционной установки «Украина», предназначенной для демонстрации 16-мм узкопленочных звуковых фильмов. Комплект передвижки «Украина» состоит из кинопроекционного аппарата с усилителем токов фотоэлемента, выносного громкоговорителя, установленного около экрана, автотрансформатора и переносного экрана.

На рис. 41 показан кинопроектор «Украина» с усилителем. В этом аппарате кинопленка вытягивается зубчатым барабаном из верхней подающей кассеты и затем, проходя через рамку с кадровым окном, поступает через направляющие ролики на гладкий зубчатый барабан. Пройдя через гладкий барабан и успокаивающий зубчатый барабан, пленка через систему направляющих роликов поступает в наматывающую приемную кассету.

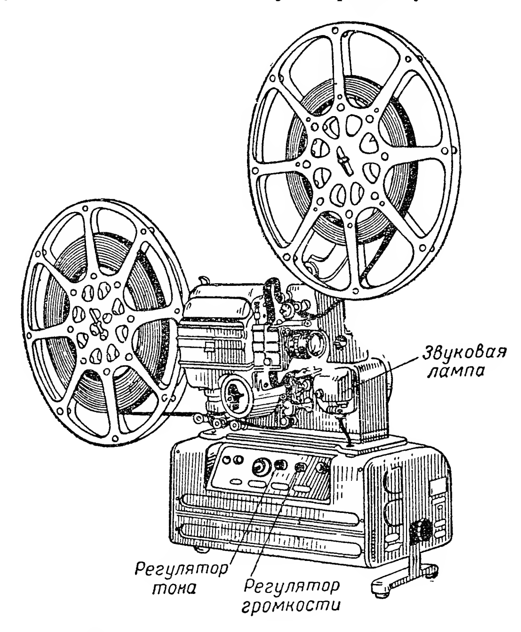


Рис. 41. Кинопроектор «Украина» с усилителем.

Проекция изображения осуществляется с помощью источника света с рефлектором, освещающим кадровое окно. Увеличенное изображение кадрового окна проектируется при демонстрации фильма на экран. Прерывистое движение фильма в кадровом окне осуществляется с помощью специального грейферного механизма, протягивающего пленку скачками через кадровое окно.

Воспроизведение звука с фонограммы фильма осуществляется с помощью звуковой лампы с оптикой, создающей на фонограмме читающий штрих. Свет проходит через

фонограмму, и, с помощью неподвижного зеркальца, установленного у края гладкого барабана, он направляется вниз, в специальное отверстие в кожухе расположенного под проектором усилителя, в котором и находится фотоэлемент.

Токи фотоэлемента усиливаются и подводятся к выносному громкоговорителю, установленному при демонстрации фильма вблизи киноэкрана.

Оптическая запись звука применяется главным образом для целей звукового кино и в очень небольшом объеме используется также для решения некоторых специальных задач при научных исследованиях, в радиовещании и т. п.

4. МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА

Выше было рассказано о том, как с помощью механической записи можно получить на поверхности граммофонной пластинки едва различимую глазом канавку, несущую застывшие звуки.

На ленте кинофильма оптическая запись оставляет черным серебром тонкий узор звуковых колебаний, порождающий при демонстрации фильма мощные раскаты звука в зале кинотеатра.

В отличие от механической и оптической фонограммы магнитную фонограмму увидеть вовсе нельзя.

На тонкой стальной проволоке или на узкой магнитной ленте (называемой также магнитной пленкой) скрывается невидимый след живой человеческой речи или же, например, звуков симфонического оркестра.

До записи и после записи магнитная лента имеет один и тот же вид. Но это только чисто внешне. Фактически после магнитной записи магнитная лента сильно изменяется. Она приобретает то же свойство, что и механическая и фотографическая фонограммы. При записи вдоль длины ленты фиксируются тончайшие звуковые колебания, характерные для записанного звука.

Самый простой прибор для магнитной записи изображен на рис. 42.

Маленький магнит связан с мембраной, колеблющейся под влиянием падающих на нее звуков. В такт с записываемыми звуками магнитик то приближается, то удаляется от движущейся мимо него магнитной ленты. Когда магнит приближается к ленте, он намагничивает ее сильнее,

когда он удаляется от нее — намагничивание ленты уменьшается. Магнитная лента, пройдя через магнитное поле, приобретает некоторое остаточное намагничивание.

Разные участки ленты проходят мимо магнитика в разные моменты времени. Когда данный участок ленты проходит мимо магнитика, расположенного недалеко от ленты, то он намагничивается сильно. Другой, соседний участок ленты проходит мимо магнитика, когда магнитик уже успел отойти от ленты; поэтому этот участок ленты намагничивается слабее, чем предыдущий участок, и т. д.

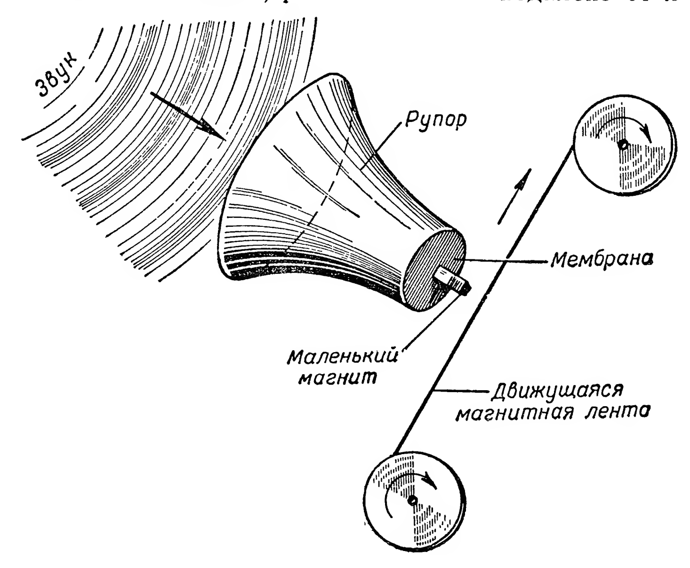


Рис. 42. Схема устройства простейшего акустического аппарата для магнитной записи звука.

Таким образом, звуковые колебания записываются на ленте в виде разного по длине ленты остаточного намагничивания.

Если можно было бы сделать линии магнитного поля записанной ленты видимыми, то увидели бы картину, показанную на рис. 43.

Как же теперь «снять», т. е. воспроизвести вновь записанные на магнитной ленте звуки?

Известно, что если мимо провода пронести магнит, то в проводе возникает электродвижущая сила. Это явление

электромагнитной индукции; оно, как мы видели выше, используется для устройства микрофонов (рис. 5) и звукоснимателей (рис. 20). В микрофоне подвижной провод перемещается в постоянном магнитном поле.

При воспроизведении звука можно магнитную фонограмму пропускать через неподвижную катушку из проволоки (рис. 44). Силовые линии поля магнитной фоно-

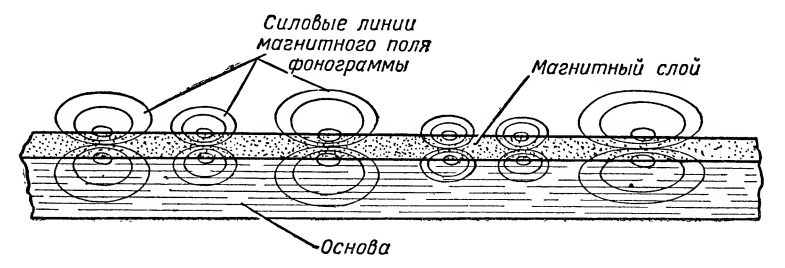


Рис. 43. Схематический вид магнитной фонограммы в разрезе.

граммы при ее движении пересекают витки катушки, в которой возникнут электродвижущие силы, соответствующие записанным на фонограмме звукам.

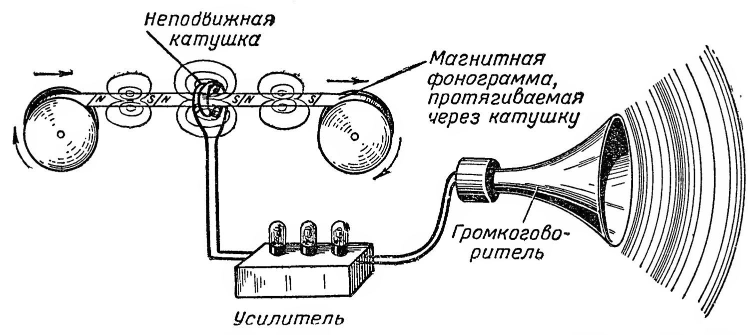


Рис. 44. Воспроизведение звука с магнитной фонограммы, движущейся через неподвижную катушку.

Итак, при магнитной записи стальная проволока или магнитная лента, на которой производится звукозапись, движется мимо записывающего устройства и в результате этого разные ее участки неравномерно намагничиваются. При воспроизведении звука с магнитной фонограммы ее движение мимо воспроизводящего устройства вызывает вследствие индукции появление в звукоснимателе

переменной электродвижущей силы, соответствующей записанным на фонограмме звукам. Электрические импульсы, возникающие на воспроизводящем устройстве, усиливаются и подаются на громкоговоритель, превращающий их в звуки. Наиболее широкое распространение имеет магнитная запись на магнитной пленке, по своему устройству похожей на светочувствительную пленку (рис. 43). Магнитная пленка имеет ширину около шести с половиной миллиметров при толщине около пяти сотых миллиметра. Такая пленка изготавливается из того же материала, что и негорючая узкая кинопленка; на поверхность кинопленки нанесен тонкий светочувствительный слой. На магнитной пленке нанесен тонкий магнитный слой (рис. 43). Этот слой состоит из мельчайших частиц магнитного порошка (окиси железа), равномерно распределенных в твердом связующем немагнитном веществе.

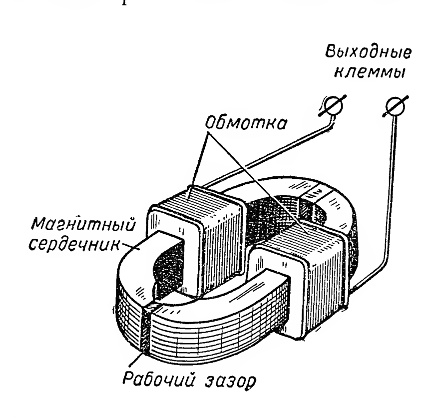


Рис. 45. Устройство кольцевой магнитной головки.

Для записи и воспроизведения магнитных фонограмм на магнитной пленке в настоящее время применяются особые устройства, называемые магнитными головками.

На рис. 45 показана схема устройства кольцевой магнитной головки. Головка имеет магнитный сердечник с охватывающей его катушкой из изолированного провода. Сердечник магнитной головки снабжен немагнитным зазором.

При пропускании тока через обмотку магнитной головки силовые линии магнитного поля легко проходят внутри магнитного сердечника (он имеет незначительное магнитное сопротивление) и выходят в области зазора сердечника в окружающее пространство, образуя вблизи зазора сосредоточенное магнитное поле (рис. 46).

При записи магнитная лента движется мимо магнитной

головки, соприкасаясь с ее сердечником в области рабочего зазора. Если через обмотку головки записи проходит электрический ток, то в области зазора образуется магнитное поле. Когда это поле постоянно, оно намагничивает равномерно и одинаково всю проходящую через него лен-

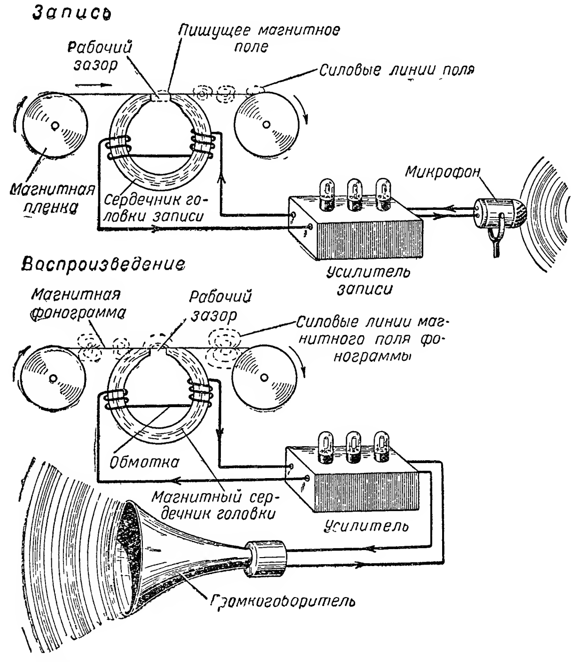


Рис. 46. Схема записи магнитных фонограмм и воспроизведения звука кольцевыми магнитными головками.

ту. При записи через обмотку магнитной головки проходит усиленный ток, получаемый от микрофона. В результате этого магнитное поле в зазоре головки не остается постоянным, а изменяется в соответствии с током микрофона, т. е. записываемыми звуковыми колебаниями. По указанной причине разные элементы магнитной ленты, проходящие в разное время через поле головки записи, приобретают разную намагниченность.

Так на ленте записывается магнитная фонограмма.

При воспроизведении магнитной фонограммы она протягивается мимо зазора воспроизводящей магнитной го-

ловки (рис. 46). Воспроизводящая магнитная головка устроена так же, как и магнитная головка записи. Однако в отличие от головки записи в обмотку головки воспроизведения не пропускают никакого тока. Наоборот, движущаяся магнитная фонограмма сама порождает в обмотке головки воспроизведения электродвижущие силы.

Дело в том, что силовые линии магнитного поля фонограммы частично замыкаются через сердечник магнитной головки воспроизведения, ибо он имеет весьма малое магнитное сопротивление. Проникая в сердечник, силовые линии проходят внутри обмотки воспроизводящей головки. В каждый данный момент в область зазора магнитной головки вступают все новые и новые участки магнитной фонограммы, имеющие разную намагниченность. Поэтому магнитный поток через сердечник головки при движении фонограммы беспрерывно изменяется. Изменение потока, проходящего через сердечник, вызывает появление в обмотке сердечника электродвижущих сил индукции, соответствующих записанным на магнитной фонограмме звукам.

Электродвижущие силы, возникающие в обмотке головки воспроизведения при движении мимо ее зазора магнитной фонограммы, усиливаются усилителем воспроизведения, выход которого присоединен к громкоговорителю.

Так в общих чертах осуществляются процессы записи и воспроизведения звука на магнитной пленке с помощью магнитных головок с кольцевым сердечником.

На рис. 47 показано устройство аппарата для магнитной записи и воспроизведения звука на магнитной пленке. В этом аппарате прием звука осуществляется с помощью микрофона. Токи микрофона усиливаются усилителем записи и подводятся к записывающей кольцевой магнитной головке. К усилителю записи присоединяется также головка стирания, о назначении которой будет сказано в дальнейшем.

Магнитная пленка во время записи перематывается электромотором с подающей кассеты аппарата на приемную. На магнитной ленте с помощью магнитной головки записи производится запись магнитной фонограммы.

Воспроизведение звука с магнитной фонограммы осуществляется с помощью магнитной головки воспроизведения, присоединенной к входу усилителя воспроизведения. Усилитель воспроизведения усиливает электрические сиг-

налы, снимаемые с воспроизводящей головки. Усиленные токи воспроизводящей головки подводятся к громкоговорителю, воспроизводящему записанные на магнитной пленке звуки.

Представленный на рис. 47 аппарат позволяет:

а) Записывать магнитную фонограмму с помощью головки записи.

б) Воспроизводить звук с магнитной фонограммы через незначительный промежуток времени после записи

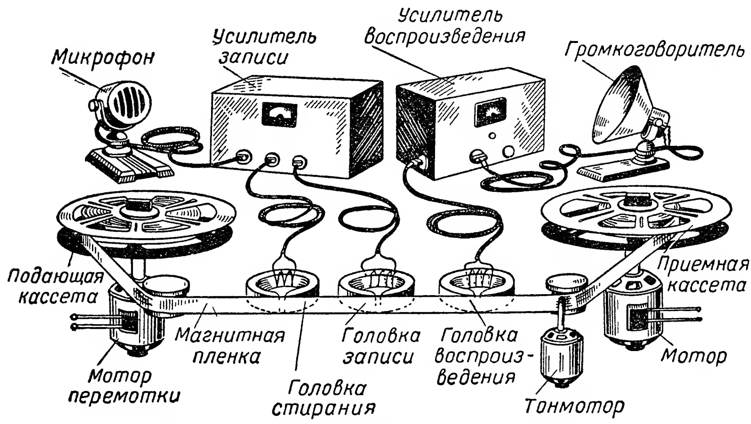


Рис. 47. Схема устройства магнитофона.

(необходимый для того, чтобы элемент движущейся ленты переместился с головки записи на головку воспроизведения).

в) Осуществлять воспроизведение звука с ранее записанных фонограмм с помощью головки воспроизведения, усилителя ее токов и громкоговорителя; усилитель записи при этом выключается.

г) Стирать магнитную фонограмму с магнитной пленки.

Таким образом, магнитофон позволяет непосредственно во время самой записи осуществлять немедленное воспроизведение звука, записанного на фонограмме, а также осуществлять многократное воспроизведение звука с ранее записанных магнитных фонограмм.

Одной из замечательных особенностей магнитной записи звука, выгодно отличающей ее от механической и

оптической записи звука, является то, что при последующих воспроизведениях звука с магнитной фонограммы качество магнитной фонограммы не ухудшается, ибо она мало изнашивается в процессе эксплуатации.

Опыт показывает, что даже после 250 тысяч проигрываний магнитной фонограммы получаемый с нее звук нисколько не хуже, чем при первом ее проигрывании. Магнитная фонограмма обычно сохраняет свои свойства до тех пор, пока лента, на которой она записана, остается достаточно прочной в механическом отношении, т. е. не рвется в аппарате при воспроизведении с нее звука.

Другая замечательная особенность магнитной записи звука — возможность многократного использования одной и той же ленты для многих последующих различных записей.

Если магнитную ленту, на которой записана магнитная фонограмма, размагнитить, то такая лента будет пригодна для новой магнитной записи. При размагничивании ранее бывшая на ленте запись исчезнет, или, как говорят, будет стерта размагничивающим магнитным полем. Для стирания или размагничивания магнитной ленты нужно поднести ее к сильному электромагниту, питаемому переменным током. Медленно отдаляя рулон ленты от электромагнита, размагничивают его убывающим по силе магнитным полем. При этом магнитная фонограмма уничтожается или стирается, так как вся лента приводится в размагниченное состояние.

После стирания на ленте можно вновь записать любую магнитную фонограмму.

Другой способ стирания магнитной фонограммы заключается в пропускании ленты через сильное магнитное поле. В результате лента сильно намагничивается (как говорят, до насыщения) равномерно по всей длине.

Естественно, что при этом исчезает всякое различие в намагничивании разных участков ленты, возникающее на ней при записи, т. е. магнитная фонограмма стирается.

Этот способ стирания, или уничтожения, ранее произведенной на ленте записи получил название стирания постоянным током в отличие от описанного выше способа стирания переменным током, при котором лента полностью размагничивается.

Магнитная запись звука появилась еще в конце прошлого века (1898 г.); однако до 1940—1943 гг. качество пе-

редачи звука магнитной фонограммой не было достаточно хорошим.

В то время магнитная запись велась с использованием постоянного тока для стирания и предварительного намагничивания ленты. Лет пятнадцать тому назад при магнитной записи стали применять дополнительный переменный ток ультразвуковой частоты (40—100 тысяч колебаний в секунду) для стирания и дополнительного подмагничивания пленки при записи.

Применение магнитной записи с дополнительным током ультразвуковой частоты позволило использовать ту же аппаратуру, что и раньше, и путем незначительных ее переделок добиться резкого улучшения качества передачи звука магнитной фонограммой.

В современных магнитофонах усилитель записи (рис. 47) имеет обычно дополнительный электрический генератор ультразвукового тока. Ток, создаваемый этим генератором, пропускается через головку стирания. Магнитное поле головки стирания воздействует на проходящие через него элементы пленки, поступающие далее в поле магнитной головки записи. Каждый элемент магнитной ленты, выходя из магнитного поля головки стирания, испытывает ряд уменьшающихся по силе перемагничиваний. В результате лента покидает головку стирания в полностью размагниченном состоянии независимо от того, была на ленте раньше магнитная запись или нет.

Каждый элемент магнитной ленты, пройдя головку стирания, попадает в записывающее поле головки записи. Здесь он подвергается воздействию магнитного поля головки записи; это поле создается, с одной стороны, током записываемого сигнала и, с другой стороны, током дополнительного ультразвукового смещения, поступающего от генератора этого тока не только в головку стирания, но также и в головку записи.

Физическая картина действия на ленту дополнительного ультразвукового тока в головке записи еще недостаточно полно выяснена. Этот ток и порождаемое им дополнительное быстропеременное магнитное поле способствуют более успешному намагничиванию ленты в соответствии с основным записываемым током звукового сигнала.

В результате применения ультразвукового тока стирания и подмагничивания передача звука аппаратурой магнитной записи значительно улучшилась. Она стала превос-

ходить во многих отношениях передачу звука механической и оптической фонограммами.

Магнитная запись не могла раньше конкурировать по качеству передачи звука с механической и оптической записью. В последние годы магнитная запись благодаря использованию ее в режиме ультразвукового тока стала выходить на первое место среди других методов записи. Магнитная запись стала вытеснять механическую и оптическую запись звука в ряде областей применения.

Мы уже указывали, что магнитная запись всегда имеет перед оптической и механической то преимущество, что одна и та же магнитная пленка может быть использована многократно для многих различных записей путем ее предварительного стирания перед записью. Кроме этого, магнитная запись на магнитной пленке имеет еще и следующие достоинства:

1. Обслуживание аппаратуры магнитной записи проще, чем механической и оптической записи.

2. После записи фонограмму не нужно как-либо обрабатывать (например, фотохимически, как при оптической записи). Магнитная фонограмма годится для немедленного воспроизведения с нее звука после записи.

3. Магнитные фонограммы хорошо сохраняются и при многих проигрываниях не ухудшаются.

4. Аппаратура магнитной записи может работать в различных сложных условиях (в движущемся автомобиле, поезде или самолете). Существуют простые портативные магнитофоны, которые легко перевозить или переносить в любое место, где нужно произвести звукозапись.

В Советском Союзе для магнитной записи и воспроизведения звука выпускается большое количество разнообразных магнитофонов.

В зависимости от конструкции магнитофоны разделяют на стационарные, т. е. предназначенные для постоянной установки и работы в одном и том же месте, и переносные, а также аппараты облегченного типа, предназначенные для работы в разных условиях.

По качеству передачи звука магнитофоны разделяют обычно на четыре класса. Магнитофоны первого класса — сложные и дорогие аппараты, предназначены главным образом для профессиональных целей (обслуживание радиовещательных станций, киностудий и т. п.). Магнитофоны третьего и четвертого класса — это простые, дешевые и

портативные устройства, рассчитанные на массового потребителя.

Профессиональные магнитофоны — сложные и точные аппараты, передающие звук без заметных для слуха искажений. Это означает, что при использовании таких высококачественных магнитофонов, слушая, например, воспроизведение звука с фонограммы или же передачу голоса живого человека, говорящего в микрофон, практически трудно отличить воспроизведение с фонограммы от непосредственного звучания голоса этого же человека.

В настоящее время подавляющее большинство радиопередач производится с заранее записанных магнитных фонограмм.

Раньше для того, чтобы провести передачу, нужно было вызывать артистов, ученых непосредственно в радиовещательную студию, где устанавливался микрофон, с которого велась радиопередача.

При использовании радиопередачи с магнитной записью достаточно один раз записать речь, постановку спектакля, то или иное музыкальное произведение, а затем с этой фонограммы осуществлять передачу желаемое количество раз в любое время. Это привело к уменьшению стоимости радиопередач и позволило значительно увеличить число различных передач, не расширяя числа студий и не занимая каждый раз артистов. Появилась возможность вести непрерывное вещание круглые сутки.

В Доме звукозаписи в Москве и в других городах беспрерывно ведется запись все новых и новых фонограмм. Они содержат записи спектаклей и радиопостановок, опер, симфонических произведений.

Записанные фонограммы хранятся в специальных фонотеках. Фонотека—библиотека звуков. Здесь в специальных пакетах и коробках хранятся рулоны магнитной ленты, содержащие самые разнообразные записи. Это «золотой фонд» радиовещания, стоимость которого исчисляется в десятках миллионов рублей. Из фонотеки по заказам радиослушателей и по заранее намеченным планам радиопередач отбирают нужные фонограммы, с которых осуществляется радиовещание.

Теперь в большинстве случаев не нужно уже вызывать артистов в радиостудию. В любой момент по радио может быть исполнена та или иная ария, ранее записанная на магнитную ленту.

С появлением высококачественной звукозаписи открылись неограниченные возможности сохранения для потомства живой речи выдающихся людей нашего времени, политических деятелей, ученых, выдающихся мастеров театра.

Звукозапись позволила создать новые виды радиопередач, таких, как радиорепортаж с заводов, колхозов, новостроек, а также радиообозрения новостей техники, спортивных новостей и т. п.

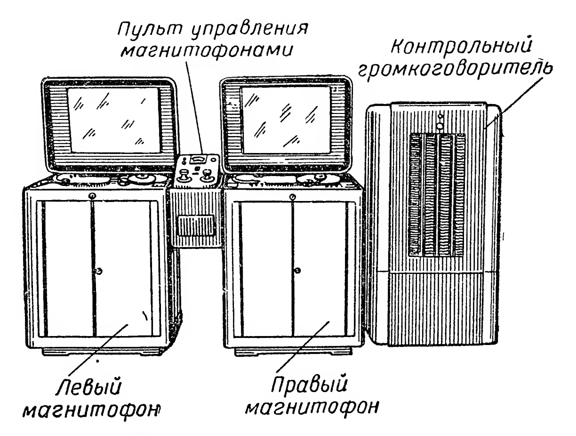


Рис. 48. Профессиональная магнитофонная установка для радиовещания (МЭЗ-2).

Записанные оригинальные фонограммы могут быть легко размножены в требуемом числе экземпляров. Это позволяет снабжать местное радиовещание в небольших городах высококачественными записями выступлений наиболее выдающихся артистов, ученых и т. п.

На рис. 48 приведен общий вид профессиональной установки (МЭЗ-2), используемой для записи и воспроизведения магнитных фонограмм для целей радиовещания. Эта установка состоит из двух соединенных вместе высококачественных магнитофонов. Необходимость использования двух спаренных аппаратов обусловлена тем, что радиовещание должно быть непрерывным. В каждый из аппаратов вставляется рулон магнитной ленты длиной 1000 м.

Скорость движения магнитной ленты в аппарате составляет 77 см в секунду. Поэтому один рулон пленки может обеспечить непрерывную запись или воспроизведение

в течение не более чем 22 минут. Наряду с этим продолжительность звучания драматического произведения, симфонии, оперы и спектакля может быть значительно больше 22 минут. Для обеспечения непрерывности звучания запись и воспроизведение звука ведутся поочередно, то с одного, то с другого из двух магнитофонов, входящих в данную установку. Когда рулон пленки в одном аппарате заканчивается, пускается другой аппарат, и звук специальным регулятором плавно переводится с одного аппарата на другой. После этого аппарат, в котором рулон заканчивается, останавливается и в него вкладывается новый рулон и т. д.

Каждый из двух аппаратов, входящих в установку, имеет три отдельных электромотора (мотор приемной кассеты, мотор подающей кассеты и основной «тон-мотор», ведущий ленту), два отдельных усилителя для записи и воспроизведения, три магнитные головки для стирания, записи и воспроизведения, систему регуляторов, измерительные приборы и другие части.

Относительная сложность устройства этого аппарата обусловлена высокими требованиями, предъявленными к нему в смысле хорошего качества передачи звука.

Создание аппаратов магнитной записи и воспроизведения звука, передающих звук без искажений, привело не только к переводу радиовещания на воспроизведение звукозаписи, но и к коренному изменению процессов записи граммофонных пластинок и кинофильмов.

Раньше, как мы видели (рис. 17), запись на воск для граммофонных пластинок осуществлялась прямо с микрофона. Этот процесс имел известные неудобства. Так, например, продолжительность звучания одной стороны обычной граммофонной пластинки составляет около 4 минут. При записи на воск исполнителю было необходимо весьма точно рассчитать продолжительность исполнения, чтобы уложиться в это время. Малейший дефект исполнения (или технической части записи) вызывал брак всей записи на воске в целом. Приходилось все начинать сначала.

В настоящее время при производстве граммофонных пластинок запись с микрофона ведется на высококачественном магнитофоне на магнитную пленку.

Магнитная пленка в отличие от граммофонной пластинки и воска может монтироваться. Этот монтаж записи заключается в том, что, разрезая пленку в определенных

местах (обычно на паузе) и вырезая или вставляя в нее куски ленты, не содержащие записи, можно укоротить или удлинить продолжительность звучания, подогнав ее к требуемой для граммофонной пластинки продолжительности.

Путем монтажа возможно также составить запись, включив в нее, например, начало из первого варианта произведенной на пленке записи, середину из третьего варианта записи и конец из второго варианта записи одного и того же произведения.

Появилась возможность, предварительно записав звуки на магнитную пленку, получить в дальнейшем на граммофонных пластинках звучания, записанные в отдаленных уголках нашей Родины (колхозная самодеятельность и т. п.).

При изготовлении граммофонных пластинок с магнитной фонограммы звук перезаписывается на воск. Брак при записи воска с введением этого процесса был практически полностью устранен.

Особенно большое значение имеет промежуточная магнитная запись при изготовлении долгоиграющих граммофонных пластинок. При непосредственной записи на воск для этих пластинок необходимо, чтобы, исполняя записываемое произведение, исполнитель в течение более чем двадцати минут не сделал ни одной ошибки. Это не удается сразу даже самым квалифицированным артистам.

Промежуточная магнитная запись и последующий монтаж магнитных фонограмм обеспечивают быстрое получение требуемого звучания без брака.

Для целей звукозаписи кинофильмов магнитная запись оказалась также весьма удобным видом записи.

Раньше, при использовании оптической записи, результат записи (хорошая или плохая получалась фонограмма) становился известен только через несколько часов после записи. Нужна была фотохимическая обработка негативной фонограммы, печать с нее позитивной фонограммы и ее последующее проявление.

Если при звукозаписи случайно получался брак, то это влекло за собой необходимость повторной съемки данной сцены. При пересъемке массовых сцен это влекло за собой дополнительные затраты многих сотен и тысяч рублей.

При использовании первичной магнитной записи появилась возможность немедленно, в процессе самой съемки, прослушать записанную фонограмму. Это исключает брак

при съемке кинофильмов из-за звукозаписи и позволяет получить требуемую высококачественную запись звука в кинофильме.

Магнитная запись позволяет актерам и режиссеру хорошо отрепетировать сцену перед съемкой и повысить общее качество звука в фильме.

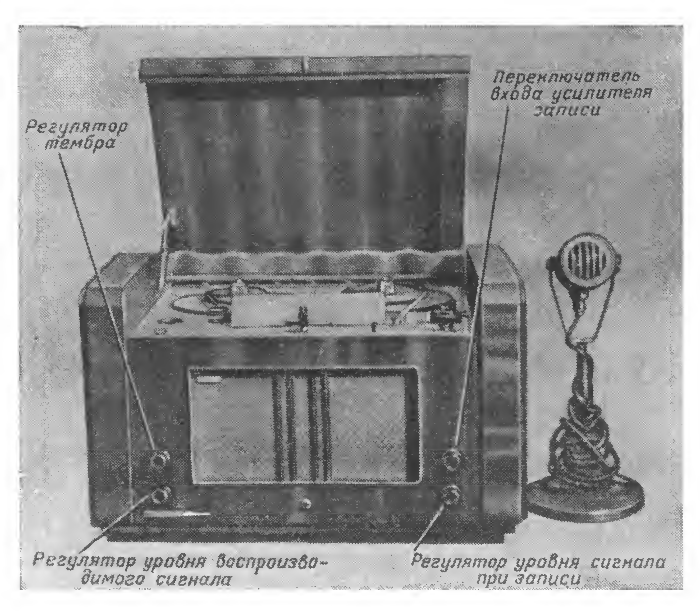
Весьма существенное усовершенствование внесла магнитная запись и в процессы озвучания и дублирования кинофильмов (рис. 36). С введением магнитной записи появилась возможность немедленно после записи при озвучании фильма прослушивать фонограмму и точно подгонять звучание под снятое ранее изображение. При этом первичные магнитные фонограммы с записью звуков фильма обычно не выходят за пределы киностудий. С них в процессе перезаписи (рис. 35) перезаписывается обычная оптическая фонограмма, создающая все необходимое звуковое оформление фильма и печатаемая на кинофильме.

Наряду с профессиональной высококачественной аппаратурой для магнитной записи звука в последние годы все растущее применение и распространение приобретает простая, портативная аппаратура для любительских и полупрофессиональных целей.

На рис. 49 приведен вид полупрофессионального магнитофона (МАГ-8), предназначенного для использования в клубах, театрах, учебных заведениях, а также для индивидуального пользования. Этот аппарат обеспечивает довольно хорошее качество записи; он более портативен и значительно проще, чем профессиональные высококачественные аппараты.

Магнитофон МАГ-8 имеет три отдельных мотора и три самостоятельные магнитные головки для стирания, записи и воспроизведения. Он снабжен двумя отдельными усилителями, которые используются для записи и воспроизведения магнитных фонограмм.

На рис. 49 внизу приведена схема устройства верхней панели магнитофона МАГ-8. Здесь мы видим схему движения магнитной пленки в аппарате. Пленка выходит из подающей кассеты и, проходя через натягивающий ролик, огибает стабилизатор скорости движения пленки, выполненный в виде гладкого барабана, сидящего на одной оси с маховиком, размещенным внутри магнитофона. Дальше пленка, огибая направляющий ролик, поступает на маг-



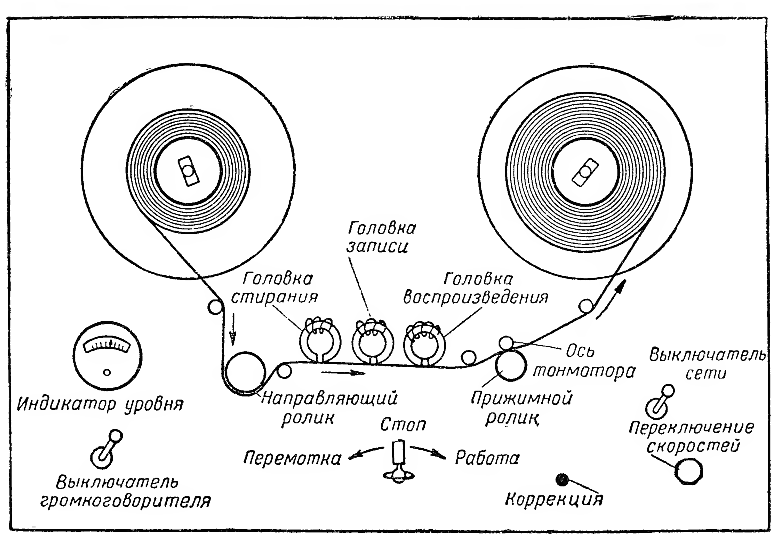


Рис. 49. Магнитофон (МАГ-8) для клубов и театров и схема прохождения пленки.

нитную головку стирания, питаемую током ультразвуковой частоты. Головка стирания производит полное размагничивание проходящей мимо нее пленки, уничтожая всякие следы ранее бывшей на ней записи.

С головки стирания лента поступает на головку записи, наносящую на ленту магнитную фонограмму. После этого лента проходит через головку воспроизведения, воспроизводящую сигналы, записанные на магнитной фонограмме.

Для того, чтобы пленка двигалась в магнитофоне с постоянной скоростью, она плотно прижимается резиновым роликом к специальной насадке на валу ведущего ленту тонмотора, вращающегося с постоянной скоростью.

Путем смены насадки на валу этого мотора или переключения его обмотки можно изменить скорость движения ленты в магнитофоне.

Проходя натягивающий ролик, лента поступает далее в приемную кассету магнитофона.

В магнитофоне МАГ-8 имеются регуляторы уровня записи и воспроизведения и стрелочный прибор, он указывает уровень сигнала при записи и воспроизведении.

На рис. 50 показан еще более простой, массовый магнитофон «Днепр»; он имеет всего один мотор, одну универсальную головку и общий усилитель для записи и воспроизведения звука. Здесь же показана схема прохождения пленки.

Магнитофон «Днепр» значительно проще и дешевле описанных выше профессиональных и полупрофессиональных магнитофонов. Это обусловило его более широкое распространение и применение для разнообразных целей (см. гл. 5).

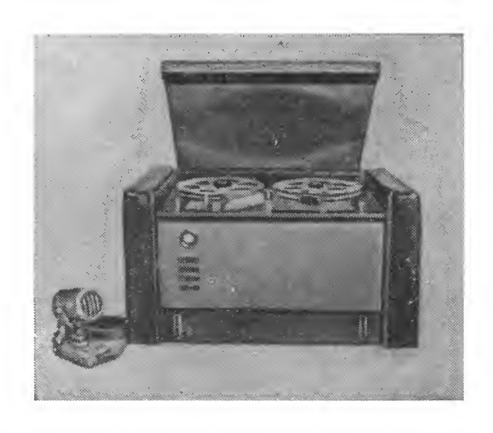
Однако качество передачи звука этим магнитофоном значительно уступает качеству передачи звука магнитофонами МАГ-8 и в особенности магнитофонами типа МЭЗ.

Наряду с магнитофонами, предназначенными для записи и воспроизведения магнитных фонограмм на магнитной пленке, в настоящее время известно большое количество разнообразных типов аппаратов для магнитной записи и воспроизведения звука на звуконосителе в виде тонкой магнитной проволоки (диаметром около 0,1 мм).

Основное достоинство таких аппаратов — возможность весьма длительной непрерывной записи и воспроизведения звука. Одна небольшая катушка проволоки может обеспе-

чить запись или воспроизведение звука в течение нескольких часов.

Некоторое распространение получил также магнитофон-граммофон (рис. 51).



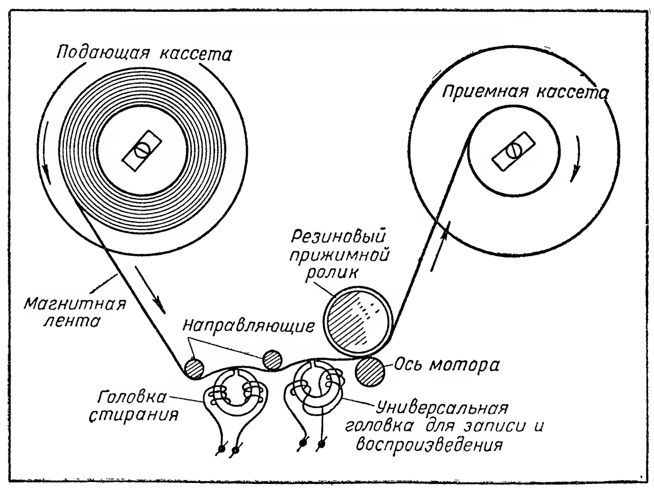
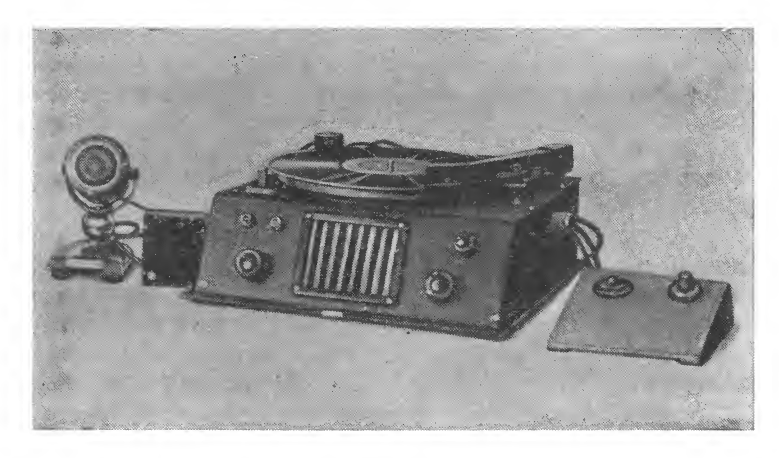


Рис. 50. Магнитофон «Днепр» и схема прохождения пленки.

В отличие от обычного портативного граммофона данный магнитофон-граммофон позволяет не только воспроизводить, но и записывать звуки на специальную магнитную граммофонную пластинку.

Эта пластинка по внешнему виду напоминает обычную граммофонную пластинку, однако она имеет два существенных отличия от обычной пластинки. Во-первых, пласт-



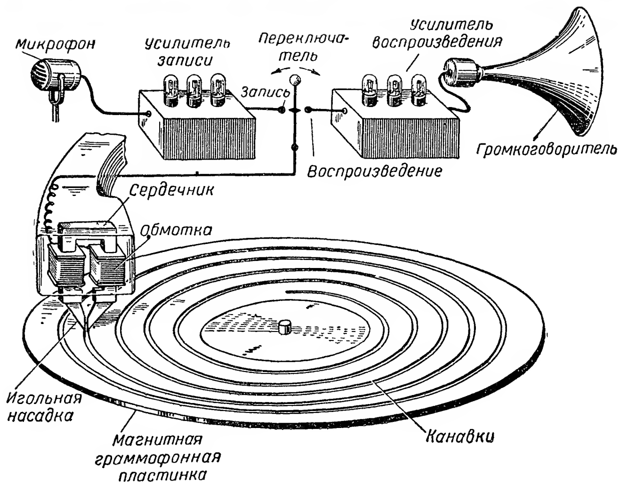


Рис. 51. Общий вид и схема устройства магнитного граммофона для записи и воспроизведения звука на магнитной пластинке.

масса, из которой сделана магнитная пластинка, содержит включенный в нее тончайший магнитный порошок. В результате этого магнитная пластинка по своим свойствам

подобна магнитной ленте. Во-вторых, канавка на этой пластинке несколько шире, чем на обычной граммофонной пластинке, и имеет вид спирали, на которой отсутствуют изгибы, обычно передающие записанные колебания.

Запись и воспроизведение звука с использованием магнитной пластинки осуществляются в магнитном граммофоне с помощью специальной весьма маленькой магнитной головки. Рабочий зазор сердечника этой головки образует насадка в виде раздвоенной лопатки. На рис. 51 для наглядности головка повернута на 90° по отношению к нормальному рабочему положению на диске.

При записи усиленный ток от микрофона подается на головку, насадка которой, подобно игле в обычном патефоне, движется по канавке магнитной пластинки. Переменное поле, возникающее в рабочем зазоре насадки головки, намагничивает в соответствии с записываемыми звуковыми колебаниями стенки и дно канавки пластинки.

Для воспроизведения звука используется та же магнитная головка с насадкой, что и для записи. Процесс воспроизведения звука с магнитной пластинки мало чем отличается от описанного выше процесса воспроизведения магнитных фонограмм кольцевой магнитной головкой.

Магнитофон-граммофон весьма прост в обращении, он позволяет записывать и перезаписывать граммофонные пластинки. Наряду с этим в отличие от обычной граммофонной пластинки запись не изнашивается при проигрываниях; кроме того, имеется возможность использовать одну и ту же пластинку для многих различных записей.

Однако по качеству и продолжительности звучания магнитная граммофонная пластинка значительно уступает винилитовой граммофонной пластинке и высококачественным магнитофонам.

Стремление к осуществлению магнитной записи наиболее простыми средствами привело к разработке всякого рода магнитных приставок к обычным патефонам и электропроигрывателям.

На рис. 52 показана одна из конструкций такой приставки, устанавливаемой непосредственно на диск патефона.

Приставка состоит из двух легких алюминиевых кассет с магнитной пленкой. При записи и воспроизведении пленка приводится в движение с помощью шкива, насаженного

на вал диска патефона, и перематывается с одной кассеты на другую. Запись и воспроизведение магнитных фонограмм на пленке осуществляются при этом одной универсальной кольцевой магнитной головкой. Приставка снабжена портативным усилителем, позволяющим производить



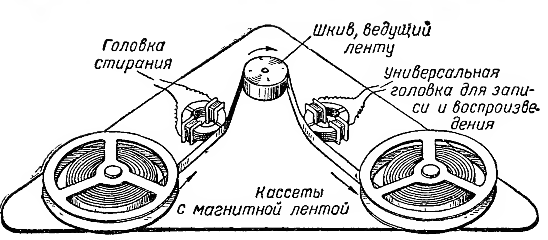


Рис. 52. Магнитная приставка к патефону и ее схема.

запись звука с микрофона и воспроизведение звука через громкоговоритель, используя в качестве дополнительного усилителя низкочастотную часть обычного радиоприемника.

Развитие и усовершенствование аппаратуры магнитной записи позволило создать наряду с сложными высококачественными магнитофонами чрезвычайно простые и очень портативные аппараты для магнитной записи.

Малогабаритные магнитофоны с пружинным лентопротяжным механизмом, рассчитанные на питание от аккумуляторов или сухих батарей, имеют широкие возможности для целей репортажа актуальных записей, обмена опытом между передовыми людьми сельского хозяйства и промышленности. В настоящее время существуют магнитофоны настолько маленькие, что они легко помещаются в кармане. Существуют также весьма маленькие микрофоны, помещаемые в петлицу пиджака в качестве украшения. Снабженный указанным оборудованием человек, разговаривая с вами, может незаметно для всех записать буквально «в кармане» весь разговор.

Это обстоятельство необходимо учитывать, повышая ответственность и воспитывая бдительность у советских воинов.

Высокая бдительность в современных условиях приобретает особо важное значение. Повышать бдительность — это значит всюду и везде зорко нести службу, образцово выполнять свои обязанности, во-время пресекать провокации и враждебные вылазки наших врагов, быть начеку, в постоянной боевой готовности, чтобы никакие неожиданности не могли застать нас врасплох. Кто забывает о бдительности, притупляет ее, тот совершает тягчайшее преступление перед государством и перед народом.

5. О ПРИМЕНЕНИЯХ ЗВУКОЗАПИСИ

Звукозапись донесла до нас голос великого В. И. Ленина. Записаны многие выступления славного продолжателя дела В. И. Ленина гениального И. В. Сталина. Звукозапись увековечила голоса отдавших свою жизнь за дело коммунизма замечательных сынов Коммунистической партии С. М. Кирова, Г. К. Орджоникидзе, М. И. Калинина, А. А. Жданова, А. С. Щербакова и др.

Звукозапись позволила сохранить живую речь многих выдающихся людей нашей Родины: писателей Л. Толстого, М. Горького, В. Маяковского, артистов Ф. Шаляпина, В. Качалова и других.

На прочных металлических матрицах для прессовки граммофонных пластинок на многие сотни лет сохранятся звуковые документы истории Великой Октябрьской социалистической революции, построения коммунизма в нашей стране и социалистической культуры.

На базе механической записи звука была создана граммофонная пластинка и граммофонная промышленность. Масштабы производства граммофонных пластинок в СССР грандиозны. Ежегодно выпускаются десятки миллионов граммофонных пластинок. Пожалуй, теперь трудно найти красный уголок или клуб, где не было бы патефона и граммофонной пластинки.

На базе оптической записи звука возникло звуковое кино.

Советские звуковые и цветные фильмы смотрит вся страна. Эти фильмы также видят в народном Китае, Чехословакии, в Германской Демократической Республике, Польше, Румынии, Болгарии, Венгрии, Албании, Монголии и демократической Корее.

Советские фильмы, демонстрируемые за границей, несут трудящимся всего мира великую правду идей Коммунистической партии, поднимая народы на борьбу за мир во всем мире, за счастье трудящихся.

Кино играет немаловажную роль в воспитательной, научно-пропагандистской и агитационно-массовой работе в Советской Армии и Военно-Морском Флоте. Солдаты и матросы имеют возможность видеть лучшие советские фильмы, неизменно занимающие первые места на международных кинофестивалях как по содержанию, так и по техническому качеству.

Кроме художественных фильмов, с большим интересом солдаты и матросы Советской Армии и Военно-Морского Флота смотрят научно-популярные и хроникальные фильмы, являющиеся весьма действенным средством информации и повышения знаний. Особо ответственные задачи выполняют в частях армии и флота специальные учебные военные фильмы, используемые в военных школах и воинских частях. Эти фильмы воспроизводят боевую обстановку, помогая наглядно решать тактические задачи. Такие фильмы помогают в мирной обстановке наглядно показать условия фронта и боя, дать представление о правильном поведении в условиях боя.

Массовые учебные кинофильмы позволяют проходящим военное обучение ознакомиться со сложной боевой техникой.

Военные кинофильмы благодаря техническим возможностям кино, использующего комбинированные, макетные и другие специальные виды киносъемок (в том числе и мультипликации), позволяют в весьма наглядной и ясной форме показать устройство и работу как простых, так и самых сложных средств современной боевой техники. Фильмы, показывающие работу и взаимодействие частей самолета, танка, артиллерийского орудия, позволяют быстро познакомиться с принципами устройства этих сложных военных машин. Кинофильмы «Самозарядная винтовка», «Станковый пулемет «Максим» и другие позволяют показать взаимодействие частей винтовки и пулемета.

Опыт боевой подготовки Советской Армии показывает, что использование учебных военных кинофильмов намного ускоряет и улучшает усвоение материала проходящими боевую подготовку. Там, где обычно требовались долгие часы лекций, чертежи, схемы и модели, при помощи кино быстро и легко уясняется устройство и взаимодействие частей боевых машин, и в запоминающейся форме они доводятся до сознания солдат и матросов.

Военные кинофильмы способствуют широкому распространению военных знаний и среди гражданского населения. В годы Великой Отечественной войны кино было широко использовано для боевой подготовки советских людей, поднявшихся на защиту Родины. Короткие военные фильмы позволили подготовить гражданское население и показать на экране воздушную тревогу, что надо делать по сигналу воздушной тревоги, как обеспечить светомаскировку жилого дома, что такое зажигательные бомбы и как нужно бороться с ними, как распознавать вражеские самолеты, как защищаться от фугасных бомб и т. п.

Многие советские люди, вспоминая первые месяцы войны, высоко оценили пользу, которую принесли им в ту пору короткие фильмы, вселявшие чувство решимости и уверенности. Они в простой и наглядной форме показывали, как нужно вести себя при воздушном нападении в прифронтовой полосе и т. п. В этом одна из больших заслуг звукового кино.

Радиовещание с фонограмм и в особенности с магнитных фонограмм наряду со значительным экономическим эффектом привело к резкому расширению и обогащению репертуара радиовещательных станций. Радиовещание с фонограмм позволило чаще передавать наиболее значительные произведения театрального и музыкального искусства в исполнении наиболее выдающихся мастеров советского театра, кино и музыки.

Чрезвычайно существенное значение имеет звукозапись для целей агитации и пропаганды политических и научных знаний.

В постановлении сентябрьского Пленума ЦК КПСС 1953 г. отмечается та важная роль, которую должна сыграть магнитная запись в деле пропаганды достижений передовых людей сельского хозяйства, в обмене опытом между колхозниками и в расширении и внедрении наиболее передовых методов работы в производстве зерна, животноводстве, выращивании овощей и т. п.

Звукозапись широко используется для распространения политических и научных знаний в форме записанных на фонограммы докладов, лекций, международных обозрений и т. п.

Звукозапись дает возможность фиксировать распоряжения, передаваемые по радио или телефону, для последующего анализа картины боя и сохранения этой «звуковой документации» боя в штабе военной части.

Иногда звукозапись может заменить письменное донесение командира в штаб. Быстро продиктовав в микрофон магнитофона свое сообщение, командир отсылает ролик фонограммы со связным мотоциклистом или пилотом в штаб. Здесь принимается решение... Фонограмма с записью решения штаба направляется через связного командиру части. Фонограмма не перепутает сообщения и ничего не забывает — в этом ее преимущество перед устной передачей сообщения. Записать фонограмму можно значительно быстрее, чем написать рукой какое-либо сообщение. В этом заключается преимущество звукозаписи перед письменными донесениями.

Техника воспроизведения звука в СССР имеет замечательные достижения. Современные мощные усилители и громкоговорители позволяют создать звуки речи, подобные грому... На многие километры могут разноситься команды, подаваемые через мощные громкоговорители.

Громкоговорители, установленные вблизи вражеских укреплений, могут быть использованы для пропаганды и освещения истинного положения дел на фронте, успехов Советской Армии, а также идей братства, дружбы и солидарности трудового народа всех стран.

Применение техники записи и воспроизведения звука весьма разностороннее.

Звукозапись находит широкое применение в учебном процессе. Так, например, легко выучить правильное произношение иностранных слов, используя для этого граммофонные пластинки или магнитные фонограммы с записью уроков соответствующего языка.

Во многих лингвистических, музыкальных и театральных учебных заведениях имеются специальные кабинеты звукозаписи. Здесь можно прослушать ранее записанные фонограммы. Здесь же можно для самоконтроля записать свой голос или исполнение музыкального, вокального или другого произведения.

В медицинских вузах, воспроизводя с фонограмм через громкоговоритель в аудитории звук биения здорового и больного сердца, лектору легко показать характерные призвуки, сопровождающие работу больного сердца.

В технических вузах через громкоговоритель студенты слышат записанные на фонограмме звуки исправного и неисправного мотора; они приучаются определять перебои в работе машины на слух.

Распространение в вузах получили магнитофоны-диктофоны, применяемые для записи лекций, для того, чтобы эти лекции в дальнейшем при замедленном воспроизведении могли быть перепечатаны машинисткой для студентов.

В музеях и на выставках воспроизведение звука с ранее записанной фонограммы позволяет заменить специального экскурсовода, дающего объяснения. Стоит подойти к картине или другому демонстрируемому на выставке объекту и нажать кнопку на стоящем рядом магнитофоне, заменяющем лектора, как фонограмма с записью голоса лектора приводится в движение. Она поясняет значение и историю создания данной картины или же устройство и назначение выставленной машины, дает объяснения по экспонируемой на выставке карте и т. п.

Значительную роль играет звукозапись в музыкальном и шумовом оформлении театральных постановок (рис. 53). Для музыкального обогащения спектакля по ходу развивающегося на сцене действия возникает необ-

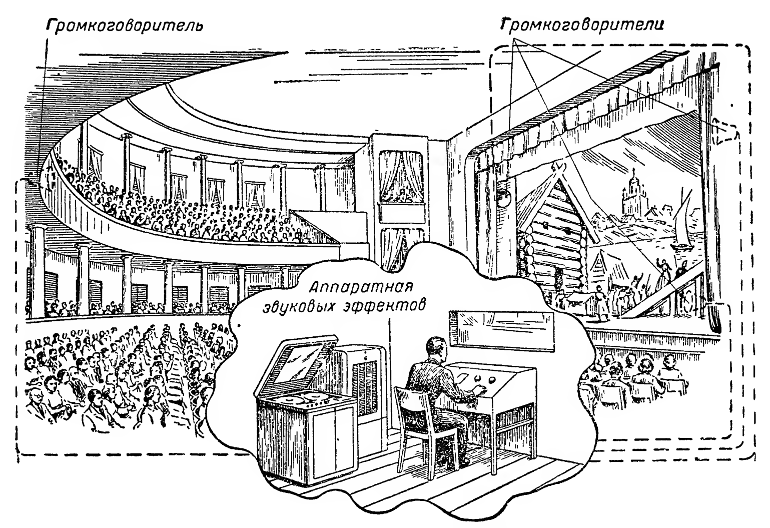


Рис. 53. Создание звуковых эффектов в театре.

ходимость в создании самых разнообразных звуков. Это могут быть звуки, издаваемые птицами и животными, завывание ветра, бури, шум морского прибоя, всевозможные транспортные шумы (шум экипажа, поезда или парохода) и т. п.

В театральных постановках, воспроизводя звук с заранее записанных фонограмм, получают всевозможные производственные шумы, гудки фабрик и заводов, шум цехов и мастерских. В спектаклях на военные темы фонограммы создают шумы самолетов, танков, артиллерии, кавалерии, боя холодным оружием и т. д.

Немалую роль в театральных постановках обычно играют такие звуки, как шум города, шум толпы, например, на стадионе, или же имитация передачи речи по радио, звуки боя кремлевских курантов и другие.

Еще совсем недавно создание специальных звуковых эффектов в театральных постановках осуществлялось бригадами артистов-звукооформителей, снабженных спе-

циальными приспособлениями, называемыми «шумовыми приборами».

Значительное усовершенствование звукозаписи и в особенности магнитной звукозаписи позволило широко внедрить в практику театров воспроизведение требуемых звуков с ранее записанных фонограмм.

Использование воспроизведения звука с фонограмм снижает расходы по звуковому оформлению спектакля и одновременно позволяет значительно обогатить звуковую часть спектакля, сделав его более жизненно правдивым и интересным для зрителя.

Важная особенность звукозаписи в этом отношении — доступность такого звукового оформления не только для крупных столичных театров, но также и для клубов и коллективов художественной самодеятельности, которые часто не имеют специальных шумовых приспособлений и даже оркестров.

Звукозапись имеет широкое применение и для всякого рода служебных целей. На электростанциях и энергосистемах используются магнитофоны, записывающие указания диспетчера. Это необходимо для документации указаний диспетчера при распределении нагрузок, авариях и т. п.

На железнодорожных станциях и в гражданской авиации также производится запись переговоров диспетчера с машинистами и пилотами.

Существенное значение имеет служебная запись переговоров по междугородному телефону, например, при передаче информаций корреспондентов в редакции газет. Здесь используются магнитофоны-диктофоны, записывающие речь и позволяющие в дальнейшем ее медленно воспроизвести для перепечатания на машинке.

Кроме того, у владельца телефона имеется возможность, заранее записав свой голос, автоматически информировать звонивших о том, куда он пошел и что желает передать звонившему по телефону лицу.

Заранее записанные фонограммы, с которых в любое время можно воспроизвести требуемый звук, имеют самые разнообразные, иногда весьма неожиданные применения.

Так, например, могут быть фонограммы-«сторожа», охраняющие то или иное помещение. При переходе нару-

шителем запретной зоны с помощью фотоэлемента включается скрытый от глаз аппарат воспроизведения звука, который подает команду: «Стой! Ни шагу назад! Руки вверх!» и одновременно посылает сигнал о нарушении в дежурное помещение, откуда немедленно высылается караул.

В больших городах заранее записанные фонограммы выдают справки по телефону о времени, о погоде и т. п. В этом случае нужно набрать известный номер телефона для того, чтобы соединиться с аппаратом, воспроизводящим звук. В аппарате, выдающем справки о времени, фонограмма с записью голоса диктора с помощью точного часового механизма каждую минуту смещается настолько, чтобы с нее воспроизводилось нужное место записи. Так, например, в семь часов две минуты часовой механизм подводит к звукоснимателю участок фонограммы, на котором записано: «Семь часов, две минуты», что точно соответствует местному времени.

Магнитофоны, содержащие записи типовых команд, распоряжений и справок, находят применение при строительных работах. Такой магнитофон имеет кнопочное управление и при нажатии на соответствующую кнопку подает команды типа «Стой!», «Назад!», «Вперед!» и т. п.

Подобные аппараты могут найти применение и на транспорте для объявления станций, к которым подходит поезд или пароход, а также для воспроизведения команд к отправлению и т. д.

Для целей рекламы и торговли в крупных магазинах применяется воспроизведение тех или иных сообщений о товарах, поступивших в продажу и имеющихся в магазине.

Большое значение имеет звукозапись в научно-исследовательской работе.

Так, для изучения «говоров», фольклора и местных наречий специальные экспедиции ученых-лингвистов записывают голоса местных жителей на магнитофон.

Для изучения звуков, издаваемых в естественных природных условиях различными птицами и животными, ученые-биологи производят соответствующие записи, например, в тайге или пустыне.

Успешное применение находит звукозапись в психиатрии при лечении душевных заболеваний; при диагно-

стике состояния душевнобольного путем сравнения записей его высказываний в разное время и для целей гипноза больных голосом гипнотизера, записанным на фонограмме.

Звукозапись широко применяется при разнообразных исследованиях в акустике и гидроакустике.

Методы и аппараты звукозаписи весьма хорошо разработаны. Поэтому во многих областях науки и техники при регистрации самых разнообразных процессов биологического, химического и другого характера часто стремятся применить с небольшими переделками для решения ряда специальных задач существующую аппаратуру записи и воспроизведения звука.

Иногда возникает необходимость записывать не только звуки, но и другие по своему характеру колебания. Так, например, в области авиации, машиностроения весьма важную роль имеет изучение вибраций (нежелательных колебаний) отдельных конструкций в целом или отдельных частей. Вибрации могут происходить не только со звуковыми, но и с меньшими (инфразвуковыми) или с бо́льшими, чем звуковые (ультразвуковыми) частотами. Здесь находят применение записывающие аппараты специальных конструкций. Такие аппараты позволяют решать весьма важные задачи в области исследования и разработки способов устранения вибраций машин.

Запись и воспроизведение фонограмм, содержащих заранее записанные сигналы, успешно используются в автоматике и телемеханике для управления работой всякого рода машин и механизмов.

Интересно отметить, что всякий аппарат звукозаписи можно до известной степени рассматривать как «запоминающий» звуки аппарат, а аппарат воспроизведения звука можно рассматривать как своего рода «командующий» аппарат. Однако следует отчетливо понимать, что между памятью человека и подаваемыми им командами, с одной стороны, и записью и воспроизведением заранее записанных сигналов, с другой, нет ничего общего, так как аппарат не может «думать», иметь «волю» и т. п.

Автоматическая запись и воспроизведение сигналов применяются также для целей пеленгации и метеорологической службы.

Весьма широкое и разностороннее использование получает звукозапись в быту. С помощью магнитофона можно, записывая речь детей, родственников, знакомых и т. п., создавать своеобразные домашние «фоноальбомы», подобные фотоальбомам.

Имея звукозаписывающий аппарат, нетрудно производить запись наиболее интересных радиопередач, перезаписывать звуки с граммофонных пластинок и т. д.

Ученым и артистам «домашняя звукозапись» позволяет хорошо подготовить лекцию или тщательно отрепетировать роль.

Фонограммы с записью физкультурной зарядки позволяют производить упражнения под команду, получаемую с фонограммы.

Звукозапись может быть также применена для целей корреспонденции и связи с иногородними друзьями или знакомыми путем так называемых «говорящих писем». В больших городах имеются специальные студии звукозаписи, называемые «говорящее письмо». Записав в такой студии свой голос на маленькую граммофонную пластинку, можно отослать ее по почте знакомым или родственникам, которые прослушают через свой патефон ваше приветствие.

Подобные «говорящему письму» миниатюрные граммофонные пластинки применяются также в усовершенствованных заводных «говорящих куклах», произносящих не только отдельные слова, но и сравнительно длительные речи.

6. О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЗВУКОЗАПИСИ И О ЕЕ БУДУЩЕМ

Можно ли отличить речь живого человека от ее воспроизведения с высококачественной фонограммы?

При передаче звука по радио с хорошей магнитной фонограммы сделать это в большинстве случаев невозможно.

При просмотре звукового кинофильма, даже с самой лучшей записью, дело обстоит иначе. Все звуки, сопровождающие действие, развивающееся на киноэкране, исходят из громкоговорителя.

При демонстрации фильмов на кинопередвижке бывает так, что громкоговоритель устанавливается не сов-

сем рядом с экраном, а расположен где-либо сбоку или даже сзади зрителей. Тогда получается резкий разрыв между звуком и изображением. Возникает неприятное ощущение: актер, изображаемый на экране, разговаривает, а звук его голоса исходит не с экрана, а из какого-то другого места зала, оттуда, где установлен громкоговоритель.

Человек благодаря наличию у него двух ушей способен определять направление, по которому приходит к нему звук. Вас окликнули... Вы обычно поворачиваетесь в ту сторону, откуда раздался голос. Двигаясь ночью в темноте, вы определяете направление по услышанным звукам.

Способность человека определять направление источника звука обусловлена тем, что звук приходит в оба уха неодновременно. Звук раньше попадает в ухо, находящееся ближе к источнику звука, чем в противоположное ухо. Кроме того, в ухо, обращенное к источнику, попадает более громкий, «прямой» звук, в то время как в противоположное ухо звук приходит, обогнув голову, несколько ослабленным и измененным.

Человек различает расположение источников звука, и поэтому в жизни мы воспринимаем звук, как говорят, стереофонично, т. е. мы определяем, откуда исходят звуки, и замечаем, как распределены источники звука в окружающем нас пространстве. Так, например, слушая оркестр, играющий на сцене театра, мы можем даже с закрытыми глазами определить, в каком месте оркестра расположен рояль, где размещены скрипки или литавры.

Если воспроизводить звуки оркестра через громкоговоритель, даже с самой лучшей записи, то его звук хотя и не будет искажен, но потеряет стереофоничность, т. е. мы в этом случае никогда не в состоянии будем уже различить расположение отдельных инструментов в оркестре.

Правильная стереофоническая передача звука имеет большое значение для целей звукового кино.

Изображение актера на экране движется, а звук его голоса постоянно исходит из одного и того же места — оттуда, где расположен громкоговоритель.

Можно ли сделать так, чтобы звук не «отрывался» от изображения актера на экране?

Это достигается при стереофонической записи звука.

Представим себе два одинаковых изолированных друг от друга помещения (рис. 54). В первом из них размещены микрофоны, причем каждый из них через самостоятельный усилитель соединен с одним громкоговорителем, размещенным в другом помещении.

Представим себе далее, что около каждого из микрофонов, расположенных в первом помещении, находится музыкант, играющий на своем инструменте. Тогда во втором помещении все громкоговорители будут излучать разные звуки: один будет значительно громче передавать звуки скрипки, другой — рояля и т. п.

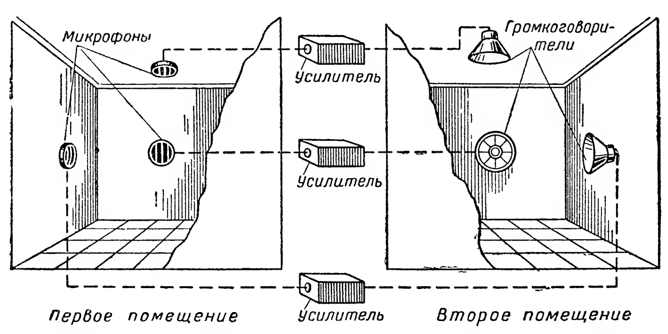


Рис. 54. Схема стереофонической передачи звука из одного помещения в другое.

Если распределение микрофонов и громкоговорителей в обеих комнатах одинаково, то человек, слушающий в темноте оркестр в помещении, где расположены громкоговорители, будет уверен в том, что он находится среди живого оркестра. Этот человек будет, например, отчетливо различать, что рояль находится справа от него, а скрипка — слева.

Каково же будет его удивление после того, как зажжется свет и он увидит вместо живых музыкантов размещенные в зале громкоговорители!

С помощью отдельных микрофонов, установленных в первом помещении, можно записать звук на отдельные фонограммы. После окончания записи можно воспроизводить звук с этих фонограмм через соответствующие громкоговорители, установленные в том же или ином подобном помещении (рис. 55). Получится тот же самый эффект стереофонической передачи звука.

Такая раздельная и одновременная запись на отдельные фонограммы с отдельных микрофонов, производимая в одном помещении и предназначенная для последующего одновременного же воспроизведения звука с каждой из фонограмм через свой громкоговоритель, называется стереофонической записью звука.

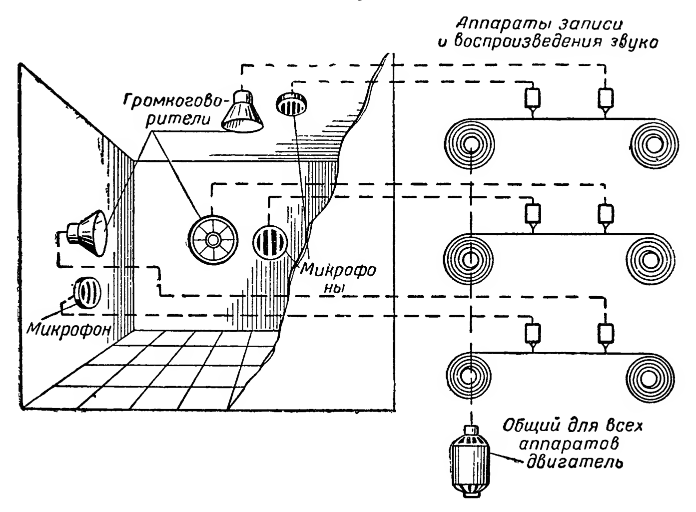


Рис. 55. Стереофоническая запись и последующее воспроизведение звука в одном и том же помещении.

Стереофоническая запись и воспроизведение звука позволяют передать звук с сохранением расположения и движения источников звука в пространстве.

При стереофонической передаче звука в кинофильме звук уже не «отрывается» от изображения актеров, движущихся на экране, а точно соответствует тому, что происходит в жизни. Это означает, что при перемещении изображения актера по киноэкрану, например, справа налево звук будет «следовать» за актером и также переместится. При расположении изображения актера на экране слева звук его голоса будет исходить из левого громкоговорителя, установленного около экрана.

При расположении изображения актера справа звук будет исходить из правого громкоговорителя, установленного около экрана.

Стереофоническая передача звука открывает большие

возможности для обогащения кинофильмов и театральных постановок новыми звуковыми эффектами.

Представим себе, что в помещение, где установлены микрофоны, входит человек. Этот человек, разговаривая, проходит по помещению, а звук его голоса слышит другой человек, находящийся в помещении, где установлены громкоговорители.

Если свет в этом втором помещении будет погашен, то человек, слушающий разговор через громкоговорители, будет уверен, что в данном помещении есть еще один живой разговаривающий и передвигающийся внутри этой комнаты человек.

Но вот свет зажжен... При этом «блуждающий» по комнате звук останется. Создается впечатление, что в комнате ходит и разговаривает «человек-невидимка». Такого «человека-невидимку» можно создать и в зрительном зале театра, цирка или кинотеатра. С помощью стереофонической передачи звука можно заставить летать невидимых птиц по залу театра и исполнить многие другие интересные звуковые эффекты.

Рассмотрим один пример. В театре идет спектакль... На сцене напряженный момент боя, неприятель оттесняет героев, которые отступают вглубь сцены. И вдруг позади зрителей раздается нарастающий гул самолетов. Шум самолетов врывается в зал и проносится над головами зрителей по направлению к сцене. Это в бой вступила авиация, наносящая удар по вражеским частям. Эффект получается настолько сильным, что зрители в театре инстинктивно пригибаются от звука «проносящихся» над головами самолетов.

Такой эффект создает стереофоническое воспроизведение звука самолетов через многие громкоговорители, установленные над головами зрителей в зале.

Можно привести еще много и других примеров, показывающих возможности использования стереофонической передачи звука в театре и кинофильмах...

Стереофоническая запись звука, подобно стереоскопическому кино, есть новый этап дальнейшего развития техники записи и воспроизведения звука.

Методами современной звукозаписи можно не только передать оригинальный записываемый звук без искажений, но и умышленно внести в передаваемый звук значительные искажения.

Нас часто уже не удивляют многие «чудеса кино»: летающие автомобили, искусственно созданные техническими методами кино землетрясение, извержение вулканов, гибель на море многих кораблей и прочие необыкновенные происшествия.

Звукозапись позволяет придать звуку ту же «гибкость» и «фантастичность», которые можно придать киноизображению.

Возьмем обычную фонограмму и пустим ее при воспроизведении звука быстрее, чем при его записи. Если, например, на фонограмме записана речь, продолжавшаяся 3 минуты, а фонограмма будет двигаться со скоростью в 3 раза больше нормальной, то вся речь будет быстрой «как из пулемета» и будет «высказана» всего за 1 минуту. Пустим фонограмму медленнее нормального. Речь будет медленной, протяжной, как будто говорящий человек с невероятным трудом произносит каждое слово.

А если фонограмму пустить в обратную сторону, появится новый «тарабарский» язык, который раньше не существовал на земле. Это речь человека, говорящего все слова «задом наперед», вбирающего при разговоре в легкие воздух.

«Звуковые трюки» применяются иногда в кинофильмах. Так, в кинокартинах «Новый Гулливер» и «Золотой ключик» лилипуты и «игрушечные» люди разговаривают человеческими голосами, но такими, какими не может говорить ни один человек.

Дело в том, что при записи голосов некоторых актеров в этих фильмах пленка двигалась медленнее, чем обычно, а при воспроизведении звука в кинотеатре фонограмма двигалась с нормальной скоростью.

Методами специальной звукозаписи и звуковоспроизведения можно создать новые, не существовавшие ранее звучания. Так, например, можно не записать, а просто нарисовать фотографическую фонограмму. Если взять силуэт профиля человека и повторить его на фонограмме большое количество раз, то при воспроизведении звука с такой фонограммы возникает однообразный характерный для каждого профиля звук. Профиль лица с мелкими чертами дает писк или шипение; профиль человека с большим носом создает «басовый» звук.

Вместо того, чтобы рисовать фонограммы для создания новых звуков, можно использовать комбинации от-

дельных звуков, используя фонограммы с записью отдельных простых звуков человеческой речи или музыки, с тем, чтобы комбинировать их и при воспроизведении получать любые слова или мелодии.

Так может быть создан, или, как говорят, «синтезирован», новый «синтетический» звук.

Для создания, или синтеза, нового звука могут быть применены сигналы, получаемые путем «разложения» или анализа некоторого исходного звука. Так, например, существуют системы, в которых звуки речи, улавливаемой микрофоном, разделяются специальными электрическими фильтрами на более простые. Можно, воздействуя такими сигналами на передачу звуков шипения паровозного пара или же на звуки колокола, заставить «разговаривать» паровоз или же колокол «человеческим» голосом.

Число возможных технических трюков, которые могут быть применены в технике записи и воспроизведения звука, чрезвычайно велико. Описать их здесь подробно не представляется возможным.

В заключение мы расскажем о новых, открытых в последнее время возможностях звукозаписи. Они позволяют заглянуть в будущее этой интересной и весьма перспективной области техники.

Замечательные особенности современной высококачественной магнитной записи открыли пути для появления новой области ее применения — магнитной записи телевизионных изображений.

Кинофильм неплохо передает движущиеся изображения. Но прежде, чем получить фотографическое изображение на кинопленке, нужно, как мы видели, снимать изображение, проявлять, фиксировать и высушивать пленку.

Используя методы звукозаписи, можно на магнитную ленту записать изображение и воспроизвести его с полученной записи. Такое изображение получается на экране телевизионной трубки при воспроизведении сигналов с записанной «видеограммы».

Правда, эта задача очень сложная. Для того, чтобы записать телевизионное изображение, нужно наносить при записи на магнитную ленту в сотни раз более быстрые колебания, чем при записи самых высоких звуков.

Изображение при записи разлагается на отдельные

строчки, каждая из которых напоминает оптическую фонограмму переменной плотности (рис. 28). При воспроизведении сигналы, воспроизводимые с магнитной видеограммы, на экране телевизионной приемной трубки снова складываются по строчкам в одно целое изображение.

Применение магнитной пленки вместо киноленты для записи изображения выгодно при этом еще и потому, что на одной и той же пленке после ее размагничивания могут быть записаны самые различные изображения.

Подобно тому, как с помощью радиоприемника можно воспроизводить звуки, записанные на граммофонных пластинках или магнитной ленте, так и с помощью телевизора в дальнейшем представляется возможность просматривать кинофильмы, записанные на магнитной пленке.

Вероятно, можно будет передавать с магнитной пленки изображение по трансляционной сети, так же как в настоящее время передаются звуки. В будущем телевизионный экран войдет в красный уголок или клуб воинских частей Советской Армии и Флота так же, как уже пришли туда граммофонная пластинка и радиоприемник.

Сами методы звукозаписи будут значительно усовершенствованы.

В этой книге описаны только основные, уже получившие широкое применение способы записи и воспроизведения звука. Наряду с этими способами уже сейчас известно большое количество различных предложений по химической, термической, электростатической и другим методам записи звука. Многие из этих методов записи, как показала практика, значительно хуже используемых в настоящее время, другие — еще недостаточно разработаны и усовершенствованы.

Большие перспективы имеет «электронная» запись звука. При этом методе фонограмма записывается тончайшим электронным лучом на специальной изолированной пластинке, помещенной внутри вакуумной лампы. Все устройство для записи и воспроизведения представляет собой специальную электронную лампу, подобную телевизионной трубке, снабженную соответствующей электронной схемой. Такие лампы называют лампами с «электрической памятью».

Давайте пофантазируем...

Вероятно, в будущем используемые теперь ленты, пленки и диски, а также вращающие их электромоторы

и тому подобные устройства отойдут в область преданий. На них будут смотреть так же, как мы смотрим теперь на рисунки, изображающие первый автомобиль или же первые модели самолетов. Их заменят красивые портативные ящики, в которых лампы «электрической памяти» неслышно и невидимо для глаза фиксируют изображения и звуки.

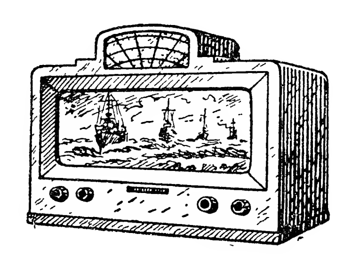
Простой поворот ручки — на экране такого «звуковизора» возникает в натуральных красках стереоскопическое изображение, а из громкоговорителей льются чистые, неискаженные, стереофонические звуки. Это техника будущего...

В капиталистических странах под угрозой надвигающегося кризиса, нищеты и безработицы свертывается промышленное производство. Капиталистическая «культура» с каждым годом все больше и больше скатывается на путь одичания и варварства. Самые лучшие достижения современной техники, такие, как звуковое кино, радиовещание и телевидение, становятся на службу человеконенавистническому любованию убийствами, раздуванию военной истерии и пропаганде новых агрессивных военных авантюр.

В этих условиях особенно большое значение приобретает усиление обороноспособности стран великого лагеря мира и демократии, который возглавляет Советский Союз.

У нас в СССР, в стране победившего социализма, инженерам, ученым и изобретателям Коммунистической партией созданы замечательные условия для плодотворного творческого труда.

Славные традиции передовой русской науки, всегда освещавшей путь человечеству, будут и впредь служить делу мира и прогресса в движении нашего общества к светлому коммунистическому будущему.



СОДЕРЖАНИЕ

К ЧИТАТЕЛЯМ!

Военное Издательство просит присылать свои отзывы и замечания на книги «Научно-популярной библиотеки солдата и матроса» по адресу: Москва, Тверской бульвар, 18, Управление Военного Издательства.

А. И. Парфентьев — «Запись звука»

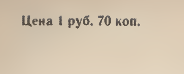
Редактор заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Сталинской премии, доктор технических наук, профессор **Тагер П. Г.**
Редактор издательства **Кадер Я. М.**
Консультант кандидат технических наук **Гельнов Н. И.**
Художественный редактор **Голикова А. М.**
Обложка художника **Митрофанова С. А.**
Технический редактор **Мясникова Т. Ф.** Корректор **Федорова Е. В**

Сдано в набор 17.06.54 г. Подписано к печати 8.09 54 г.
Формат бумаги $84 \times 108^1/_{32}$—3½ печ. л. = 5,74 усл печ л. 5,646 уч -изд. л Г-05921.
Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР
Москва, Тверской бульвар, 18.
Изд. № 1/7227. Зак. 499.

Набрано в 7-й типографии Управления Военного Издательства
Министерства Обороны Союза ССР

Отпечатано в 1-й типографии имени С. К. Тимошенко Управления Военного Издательства Министерства Обороны Союза ССР

Цена 1 р. 70 к.


Цена 1 руб. 70 коп.